N° D'ORDRE : 12
SÉRIE E

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

PAR

Paul SAINFELD

1re THÈSE. - **Les Gîtes plombo-zincifères de Tunisie** (Texte).

2e THÈSE. - PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 26 juin 1952 devant la Commission d'examen.

MM. M. ROQUES..... *Président*

R. HOVASSE..... *Examinateur*

P. LAPADU-HARGUES..... *Examinateur*

Paru aux *Annales des Mines et de la Géologie, n° 9*

Imprimerie SEFAN — TUNIS
1952

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952, in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(*Thèse, Sc. Nat. Clermont*)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952, in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(*Thèse, Sc. Nat. Clermont*)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952, in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(*Thèse, Sc. Nat. Clermont*)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952, in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(*Thèse, Sc. Nat. Clermont*)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères
de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la
Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952,
in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(Thèse, Sc. Nat. Clermont)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères
de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la
Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952,
in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(Thèse, Sc. Nat. Clermont)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères
de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la
Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952,
in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(Thèse, Sc. Nat. Clermont)

SAINFELD (Paul)

Les gîtes plombo-zincifères
de Tunisie

Tunis, Annales des Mines et de la
Géologie, n° 9, Impr. SEFAN, 1952,
in 4°, VIII + 288 p. Atlas : 67 pl.

(Thèse, Sc. Nat. Clermont)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546610_0020

N° d'ordre : 12
Série E

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

PAR

Paul SAINFELD

1° **THÈSE.** - **Les Gîtes plombo-zincifères de Tunisie** (Texte).

2° **THÈSE.** - Propositions données par la Faculté

Soutenues le **devant la Commission d'examen.**

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

MM. M. Roques..... *Président*

R. Hovasse..... *Examinateur*

P. Lapadu-Hargues..... *Examinateur*

Paru aux *Annales des Mines et de la Géologie*, n° 9

Imprimerie SEFAN — TUNIS

1952

FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE CLERMONT

DOYEN

M. E. DUBOIS ..... *Physique.*

ASSESSEUR

M. R. HOVASSE ..... *Zoologie.*

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. J. HAAG ..... *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.*
J. JUNG ..... *Professeur à la Sorbonne.*
MANDELBROJT ..... *Professeur au Collège de France.*
THOMAS ..... *Saint-Yriex-la-Montagne (Creuse).*
D. GAUTHIER ..... *Maître de Conférences, honoraire, 18 bis boulevard Lafayette à Clermont.*

PROFESSEURS

MM. E. DUBOIS ..... *Physique*
R. HOVASSE ..... *Zoologie.*
BLANC ..... *Mécanique rationnelle.*
CHAZE ..... *Botanique.*
DELANGE ..... *Calcul différentiel et intégral.*
JAFFRAY ..... *Physique.*
RAMBAUD ..... *Chimie.*
REMY ..... *Chimie.*
ROQUES ..... *Géologie et Minéralogie.*

PROFESSEUR SANS CHAIRE

M. TRUFFAULT ..... *Chimie.*

MAITRES DE CONFERENCES

MM. SAMUEL ..... *Mathématiques.*
LAPADU-HARGUES ..... *Minéralogie.*
LUTZ ..... *Biologie animale.*
RAOULT ..... *Physique.*
N..., ... *Biologie végétale.*

SECRETAIRE

M. BOMEY

AVANT-PROPOS

Depuis plus d'un demi-siècle, l'extraction des minerais de plomb et de zinc a été un élément important de l'économie tunisienne. La Régence a produit, durant cette période, plus d'un million de tonnes de ces deux métaux.

En 1922, L. BERTHON, Chef du Service des Mines, avait dressé un inventaire, très complet pour l'époque, de toutes les ressources minérales de la Tunisie. Ce travail était complété en 1930, par un opuscule de son successeur, P. REUFFLET.

A ce moment, la dépréciation de la calamine et la crise économique mondiale, puis la guerre et la campagne de Tunisie, tous ces facteurs successifs portèrent des coups sensibles à l'exploitation des mines tunisiennes.

Dès 1944, cependant, la persévérance et l'esprit d'entreprise des mineurs de la Régence ébauchaient le redressement qui s'est affirmé dans les années suivantes.

De son côté, le Service des Mines prenait des mesures administratives en vue d'accroître la production, et le Service Géologique de Tunisie était chargé de travaux de prospection, parallèlement au lever des cartes géologiques au 1/50.000°, et de l'établissement d'un nouvel inventaire des ressources minérales.

A mon arrivée en Tunisie en 1945, ce travail me fut confié par H. NICOLAS, Ingénieur en Chef, Chef du Service des Mines et J. ARCHAMBAULT, Chef du Service Géologique.

Après avoir effectué divers levers géologiques dans des zones qui me semblaient favorables, de par la densité de la minéralisation, je crois pouvoir conclure que le stade de la recherche est dépassé en Tunisie : il semble bien que tous les indices plombo-zincifères aient été découverts, à une époque ou l'autre. Cependant, la reconnaissance systématique en profondeur, n'a été poursuivie que sur un nombre assez limité de gisements : mais on entre alors dans le domaine du mineur.

C'est parallèlement à l'inventaire des gisements de plomb et de zinc, et, d'après les fiches de gisement qui sont établies pour chaque district minier, que j'ai pu réunir les monographies qui constituent la partie essentielle de cet ouvrage ; et je remercie Monsieur le Directeur des Travaux Publics de Tunisie, Monsieur H. NICOLAS, Ingénieur en Chef, Chef du Service des Mines et MM. J. ARCHAMBAULT et G. CASTANY, Chefs du Service Géologique, qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je tiens également à dire, ici, toute la gratitude que j'ai gardée à mes maîtres, MM. les Professeurs J. JUNG, D. SCHNEEGANS et M. ROQUES : ce dernier a bien voulu me faire bénéficier, non seulement de ses encouragements et de ses conseils, mais

encore de sa présence, durant une tournée générale dans les principales mines tunisiennes, et ses observations et remarques m'auront été très précieuses ; qu'il trouve, ici, l'expression de mon affectueuse reconnaissance.

C'est en compagnie de mon collègue et ami, J. BOULADON, du Service Géologique du Maroc, que j'ai parcouru une partie de l'Afrique du Nord et nos conversations sur le terrain ont été fort instructives.

Mais les Sociétés Minières ont développé leurs Services Géologiques particuliers et j'ai été naturellement amené à travailler en collaboration étroite avec leurs géologues, et même, quelquefois, à utiliser les travaux personnels de ces derniers ; il en a été de même avec certains de mes collègues du Service et je désire remercier ici S. ARNOULD-SAGET, M. ARNOULD, J. BALCON, J. BOLZE, G. CASTANY, G. DELGA, R. FELENC, Ch. GOTTIS et J. MORER, de leur aide et de leur suggestions.

Cette étude n'aurait pas pu, non plus, être menée à bien sans un contact étroit avec les Directeurs et Ingénieurs des diverses Sociétés ayant un domaine minier en Tunisie ; ceux-ci m'ont toujours réservé l'accueil familial, de tradition chez les Mineurs, et m'ont fait profiter de leur expérience et d'une connaissance approfondie de leurs exploitations. Il m'est donc particulièrement agréable de remercier ici MM. BATUT, BAUCHÉ, BLOMARD, BOLZE, CATTAN, CHAZEL, DELGA, DUMAZERT, DURIN, FOURNIER, FRANCK, GHYSEN, GITTENS, GRÉGOIRE, HETZEL, JUILLET, LAVIGNE, LE GOAS, LESCURE, MATHIAN, ORTOLI, PASCAUD, PERROT, PIBIRI, PIRLET, RAUZIER, RODRIGUEZ, ROMESTANT, ROUX, SABATIER, SAINT-ÉTIENNE, DE SAGAZAN, SAVIN, SENTOUS, SOF, THIÉRY, THOMAS, TISSIER, TROUPEL, VALLETON, VENTURA.

J'ai été également conseillé fort utilement par les *mineurs* de l'administration et je désire exprimer ma reconnaissance, en particulier à A. GRANOTTIER, Chef du Sous-Arrondissement minéralogique de Tunis, ainsi qu'à ses collaborateurs G. PLANCHON, P. VOLPELIÈRE, A. ROSE, P. MARAL, H. BELBEOCH, R. BAR et R. NICOLAS.

INTRODUCTION

Situation géographique des principaux gisements

(Planche I)

Les gisements minéraux en Tunisie sont cantonnés, à peu près exclusivement, dans les régions très plissées, qui occupent la moitié septentrionale du pays, soit entre le trente-cinquième et le trente-septième parallèles, approximativement dans un carré de 200 km. de côté. Seuls, font exception, en Tunisie Méridionale, les gîtes sédimentaires de phosphates et de fer, et les indices de manganèse, ainsi que le petit gîte plombo-zincifère du Tebaga, au Sahara.

Les gisements principaux de plomb et de zinc se trouvent donc, dans la partie la plus riche et la plus tempérée de la Tunisie, mais, souvent, dans des régions montagneuses, parfois difficiles d'accès. C'est ainsi que, dans ce pays, dont le point culminant est à 1.544 m., plusieurs gîtes sont situés à une altitude supérieure à 1.000 m.

Néanmoins, l'orographie générale présente une série de dépressions, en direction NE-SW, parcourues par les grandes voies de communication ; la distance, au port de Tunis, de la mine la plus lointaine, est de l'ordre de 300 km. Le réseau de voies ferrées qui couvre cette région, permet de desservir les mines principales ; les plus excentriques se trouvent, cependant, à une quarantaine de kilomètres de la gare de chargement.

La carte fait ressortir l'éparpillement des gîtes et des indices, dans la région septentrionale ; sur plusieurs centaines d'indices, on a une cinquantaine de gisements, qui ont été ou sont en exploitation ; une vingtaine, seulement, peuvent être considérés comme de véritables *districts miniers*, relativement conséquents (à production supérieure à 10.000 tonnes-métal). Il n'y en a que trois, dont la production dépasse 100.000 tonnes-métal.

Les districts ne sont pas tous disposés régulièrement dans ce carré de 200 km. de côté, que constitue, à peu près, la région à paragénèse plombo-zincifère. La plus grande partie (17 sur 20) est groupée dans la région la plus accidentée, c'est-à-dire dans la moitié nord-occidentale du carré, avec, alors, une répartition assez régulière (les gisements se trouvant à une cinquantaine de kilomètres, au maximum, les uns des autres).

Historique

Données historiques sur l'utilisation des ressources minérales en Tunisie

Les premiers prospecteurs européens en Tunisie, dans le dernier quart du XIX^{e} siècle, ont été guidés par les travaux anciens, qui jalonnaient la plupart des affleurements de minerais.

Certains sont très importants : on a retrouvé d'énormes excavations et des réseaux compliqués de galeries et descenderies, pénétrant souvent jusqu'au niveau hydrostatique, en particulier dans les gîtes quelque peu argentifères (*Sidi Amor ben Salem*, *Bou Jaber*). Au Khanguet Kef Tout, ont été dénombrés près de 300 puits de recherche anciens.

La présence de quantités de guano de chauve-souris peut donner une idée du développement de certaines exploitations : à *Sidi Amor*, par exemple, la couche de guano avait une vingtaine de centimètres d'épaisseur, et une centaine de tonnes en ont été extraites et vendues, au début des recherches.

Des amas de haldes et, surtout, de scories anciennes ont, aussi, été découverts au voisinage des districts principaux : *Bou Jaber* (200.000 tonnes à 10 % Pb), où l'on devait rassembler tous les minerais de la région ; *Djebel Ressas* (65.000 tonnes à 33 % Pb) ; *Djebel Hallouf* (50.000 tonnes à 15-20 % Pb) ; *Khanguet-Aïn Roumi* (50.000 tonnes) ; *Garn Alfaya* (25.000 tonnes) ; *Daher el Hamar-Azered* (5.000 tonnes) ; *Touireuf ; Djebba ; Sakiet Sidi Youssef ; Bordj Chambi ; Fedj el Adoum.*

L'ensemble représentait 400.000 tonnes, environ, de déchets d'exploitation, ce qui est loin d'être négligeable, si l'on note que les anciens ne devaient s'occuper que des minerais riches.

Toutes ces reliques du passé minier de la Tunisie sont généralement qualifiées de *romaines* par nos mineurs modernes. Ce n'est pas l'avis de certains historiens : St. Gsell [**21**], qui fait autorité en la matière, serait disposé à croire que « l'épo- « que la plus active pour l'industrie minière, en Berbérie, fut le moyen-âge et non « l'antiquité ». Ses arguments principaux sont la pauvreté des gîtes nord-africains relativement aux mines européennes (espagnoles surtout) et la technique défectueuse des travaux. Remarquons, toutefois, que ceci relevait peut-être de la main-d'œuvre locale et ajoutons que le plomb était utilisé assez abondamment en *Numidie* et en *Proconsulaire* dans la construction et l'hydraulique ; enfin, il est indubitable que ces provinces sont beaucoup plus riches en vestiges miniers que la partie occidentale de l'Afrique du Nord, où la pénétration romaine s'est peu manifestée.

Quoiqu'il en soit, les documents sont rares : l'épigraphie est à peu près muette sur cette question ; il n'y a aucun indice que les ressources minérales nord-africaines aient été utilisées par les Carthaginois, ni même plus tard, au début de la domination romaine. On a découvert à Cœsarea (Cherchell), capitale de Juba II, roi de Maurétanie au premier siècle avant J.-C., des saumons de plomb importés d'Espagne.

Au premier siècle de l'ère chrétienne, Lucain affirme que « le sol de l'Afrique « n'est pas souillé par l'extraction d'impures richesses »(1).

Douze ans plus tard, en 77, Pline l'Ancien, qui donne, cependant, une description détaillée des mines espagnoles, déclare que « la Numidie ne produisait rien « de remarquable, si ce n'est le marbre et les fauves » (2).

Les premiers textes datent de l'époque chrétienne : du II[e] au V[e] siècles, sont mentionnées des condamnations *in metallum*, mot qui désignait, d'ailleurs, aussi bien des carrières que des mines.

Sous Trajan, un proconsul frappe de cette peine un chevalier romain(3). Vers la fin du II[e] siècle, des chrétiens subissent le même sort (4).

(1) « *In nullas vitiatur opes : non aere, nec auro*
Excoquitur, nullo glebarum crimine pura
Et penitus terra est ». (Pharsale, IX, 424-6).

(2) ...« *nec praeter marmoris Numidici ferarumque proventum aliud insigne...* » (Hist. Nat., V - II).

(3) Pline le Jeune, Lettres, II, 11, 8.

(4) Tertullien, Apol., 12 : « *...in metalla damnamur...* ».

Un seul texte donnant quelques précisions date de la persécution de Valérien, en 257-258 : exilé à Curubis sur la côte orientale du Cap Bon, SAINT-CYPRIEN envoie une lettre circulaire aux chrétiens condamnés aux mines (1).

Des trois réponses, citées par l'évêque de Carthage, il ressort qu'un groupe, au moins, travaillait bien dans une mine souterraine (2), *apud metallum Siguense*. Cette indication de lieu, unique dans la littérature antique, est loin d'être décisive : s'agit-il de Sigus, près de Constantine, c'est-à-dire des carrières de marbre d'Aïn-Smara ? ST. GSELL fait remarquer (3) que l'adjectif formé de *Sigus* était *Siguitanus* ou *Siguitensis* et suggère le *Siguese* de la Table de *Peutinger*, sur la route de Carthage à *Sicca Veneria* (Le Kef), entre *Thacia* (près de Bordj Messaoudi) et *Sicca*, ce qui pourrait se rapporter soit au Djebel Kebbouch, soit même à Nebeur, où ont été retrouvées des scories antiques.

Enfin, au V^e^ siècle, sous la domination vandale, un évêque catholique était encore condamné, en 484, au nom de l'arianisme, au *metallum* ; d'après les récits de VICTOR DE VITE (4), il s'agissait de mines souterraines.

De leur côté, les archéologues ont pu identifier une partie du matériel des *metallarii* (lampes, gargoulettes et outils), retrouvé dans les travaux anciens de *Sidi Amor ben Salem*, du *Djebel Hallouf*, du *Khanguet Kef Tout* (5) et du *Djebel Serdj* (6).

La législation romaine était appliquée en Afrique du Nord : d'après le titre XIX du code Théodosien, au IV^e^ siècle, les *metalla* pouvaient appartenir, soit à des particuliers, soit au fisc ; une loi de 382 assujettissait l'exploitation au paiement d'une redevance de 10 % au fisc, et autant au propriétaire.

Il est probable que l'invasion arabe, au VII^e^ siècle, amena l'arrêt momentané des exploitations minières.

Ce n'est qu'au IX^e^ siècle, qu'on retrouve des indications dans la littérature arabe ; mais, en ce qui concerne la Tunisie et le plomb, tous les textes du IX^e^ au XIV^e^ siècles ne font mention, à ma connaissance, que des mines de Majjana (*Majjana el Ma'adin*).

Signalées au IX^e^ siècle par EL-BELADORI (7), elles sont situées d'après EL-YA'QOUBI (8) « à quatre étapes de Kairouan... dans une région de montagnes et de « ravins », et c'est le centre d'extraction « d'argent, d'antimoine, de fer, de lithar- « ge et de plomb ».

Au X^e^ siècle, EBN-H'AOUK'AL (9) remarque que « cette ville possède une mine « de fer et une mine d'argent, et elle fournit ces meules de moulins qu'on exporte « dans tous les pays ».

Au milieu du XI^e^ siècle, le grand géographe arabe EL BEKRI (10) place cette localité à deux journées à l'Ouest de Sbiba et à une journée à l'Est de la Meskiana : « il y a un grand nombre de mines, dont une, appelée El Ouritci, appartient à des

(1) Lettres, LXXVI : « *...et cæteris fratribus in metallo constitutis* ».

(2) Lettres, LXXVII, 3 : « *Tenebras carceris inluminasti... tetrum odorem fumi discussisti* ».

(3) ST. GSELL, le Metallum Siguense. — *Bull. Soc. Arch. Sousse*, 1904.

(4) *De pers. Vand.*, lib. V, cap. XIX, p. 91 : « *...disperguntur, non tantum in capitibus omnium platearum, sed etiam in locis squalidis metallorum* ».

(5) MERLIN, in *Bull. arch. com. tr. hist. et scient.*, 1912.

(6) GAUCKLER, in *Bull. arch. com. tr. hist. et scient.*, 1902.

(7) EL BELADORI, texte p. 227 ; trad. p. 266.

(8) YA'QOUBI, trad., p. 74.

(9) Description de l'Afrique, trad. SLANE.

(10) Description de l'Afrique Septentrionale, trad. SLANE.

« Louata et fournit de l'argent. Cette ville porte aussi le nom de Meddjana-El-« Madden ».

Son successeur EDRISI, au XII[e] siècle, ne signale plus à Medjana que l'extraction des meules de moulins (1).

D'après ces données, il s'agirait d'un district minier, situé sur la frontière algéro-tunisienne, au Nord de Tebessa et qui peut être identifié avec les mines de *Mesloula, Ouenza, Bou Khadra, Slata* ou *Bou Jaber*, cette dernière étant probablement le centre de traitement, car on y a trouvé une énorme quantité de scories.

Une partie de ces métaux était exportée : « Du Maghreb, on envoie en Orient, « du fer, du plomb, du vif-argent » (EBN-H'AOUK'AL).

Sous les Hafsides, du XII[e] au XV[e] siècles, divers traités de commerce (1251, 1271, 1391, 1438), entre la république de Venise et le roi de Tunis, accordaient aux Vénitiens, la libre expédition du plomb, provenant des mines africaines, de tous les ports des Etats du Roi (2).

Enfin, une dernière indication nous est donnée, à cette époque, dans le récit de voyage du flamand ADORNE, qui signale l'activité de la mine du *Djebel Ressas*, en juin 1470 (3).

Il semble que tous ces travaux miniers se soient fortement ralentis au XVI[e] siècle, époque à laquelle les Européens commençaient à importer en Afrique du Nord, des objets en métal et du plomb.

Jusqu'à la période moderne, on ne trouve de nouveaux renseignements qu'au XVIII[e] siècle, dans les récits de voyage du français PEYSSONNEL, en 1724, et d'HEBENSTREIT, en 1732, qui décrivent la mine du *Khanguet Kef Tout* (4), et de l'anglais SHAW, qui parle du *Djebel Ressas* (5). Signalons que cette dernière localité a fourni du matériel arabe et non antique (lampes à huile, gargoulettes).

Au XIX[e] siècle, à l'arrivée des Français en Afrique du Nord, il n'y avait plus de mine en activité.

En Tunisie, jusqu'au traité de Kassar-Saïd (1881), deux concessions, seulement, furent accordées par le gouvernement de Kheredine : le *Djebel Ressas*, en 1869, à une société italienne, et *Djebba*, en 1874, à une société espagnole.

Durant la période moderne, au cours d'une première phase de recherche et de reconnaissance, de 1880 à 1905, furent découverts la quasi-totalité des gisements. La phase d'exploitation, de 1894 à 1914, fut caractérisée ensuite par une ascension à peu près continue de la production (avec des maxima de 37.400 tonnes de minerais de zinc en 1912 et de 59.500 tonnes de minerais de plomb en 1913).

---

(1) Géographie, trad. JAUBERT.

(2) MAS-LATRIE, Traités de paix et de commerce.

(3) « *Item supra predictum montem est mons quidam, Rosaas dictus, ubi effoditur plumbum...*» Trad. BRUNSCHVIG, pp. 159 et 195.

(4) PEYSSONNEL. Relation d'un voyage sur les côtes de Barbarie, p. 45 « *...la montagne de Plomb,* « *où il y a une mine de plomb, qu'on ne travaille point...* » Djebel Ressas).
p. 247 « *...dans le pays des Amedous... Nous vîmes sur notre chemin, à environ cinq lieues* « *du Cap Nègre, une mine de plomb très abondante. Les Maures, qui y travaillent, nous* « *dirent qu'elle avait été ouverte par les anciens chrétiens. A l'entrée de la carrière, il y a* « *une pièce de marbre avec un cheval en bas-relief. Nous nous arrêtâmes à l'endroit où l'on* « *fondait le plomb. Ils mêlent la mine avec du bois sec dans de mauvais fourneaux faits* « *avec de l'argile, et font ainsi très imparfaitement la séparation et la fonte de leur* « *plomb...* » (Khanguet).
HEBENSTREIT, in *Nouv. Ann. des Voy.*, t. XLVI, p. 72. « *En chemin, nous visitâmes des mines* « *de plomb et nous vîmes que ces gens là s'entendent très bien à bocarder, à laver et à* « *fondre le minerai* ». (Khanguet).

(5) Voyage dans plusieurs provinces de la Barbarie, trad., I, p. 306 : « *Les mines de plomb du* « *Djebel Ressas... sont toutes fort riches et l'on en pourrait tirer de grands trésors, si elles* « *étaient mieux travaillées...* ».

Puis, la guerre et la chute des cours amenèrent une première crise de production, de 1914 à 1922, et de nombreuses mines furent délaissées durant cette période.

On assista ensuite à une reprise sensible, en relation avec la montée des cours, de 1922 à 1930 (avec des maxima de 40.000 tonnes de minerai de plomb, en 1924, et de 30.000 tonnes de minerais de zinc en 1926).

Les mines tunisiennes furent alors durement touchées par la dépréciation de la calamine, puis, par la crise économique mondiale qui provoqua un arrêt presque complet, de 1930 à 1936.

Un nouvel essor des mines de plomb, à partir de 1935, fut enrayé par la deuxième guerre mondiale, et par la campagne de Tunisie.

La reprise se dessine à partir de 1944 et la production de plomb de l'année 1950 atteint à peu près le niveau d'avant-guerre.

Les graphiques (Planche II) illustrent l'importance, dans l'économie nord-africaine, de la production plombo-zincifère tunisienne. Soulignons qu'en 1950, elle représente près de 30 % de la valeur marchande de tous les produits minéraux extraits en Tunisie ; c'était aussi la cinquième partie, environ, de la production plombo-zincifère cumulée de France-Afrique du Nord.

Au 1er Janvier 1951, le tonnage probable des réserves en métal, s'élevait à près de 200.000 tonnes de plomb et 50.000 tonnes de zinc.

L'ÉVOLUTION DES IDÉES MÉTALLOGÉNIQUES EN AFRIQUE DU NORD

Dès 1852, VILLE et COQUAND avaient remarqué, en Algérie, la relation entre les gîtes plombo-zincifères et les terrains triasiques, et, singulièrement les ophites qu'ils contiennent : « C'est à l'éruption de ces spilites, ou plutôt aux phénomènes plutoni-« ques qui l'ont accompagnée que l'on doit la présence si remarquable de ces gise-« ments de minéraux, fer, plomb et cuivre, au milieu des couches supérieures de « l'étage miocène », précise PERON, en 1883 (1).

A son tour, en 1884, LEVAT était frappé de voir les gîtes de zinc et les *gypses éruptifs*, alignés avec les ophites, aussi bien en Algérie qu'en Tunisie (2).

Mais le Trias était reconnu comme tel par MARCEL BERTRAND, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Alger, en 1896, et cette attribution était bientôt étendue à la Tunisie par PERVINQUIÈRE.

Ce dernier constatait encore « ...la relation fréquente entre le Trias et les gîtes « calaminaires... On conçoit, en effet », poursuivait-il, « que les failles, qui limi-« tent habituellement le Trias dans cette région, aient livré passage aux eaux char-« gées de principes minéralisateurs » [35].

Cependant, P. TERMIER, alors conseil de diverses sociétés minières, refusait d'admettre ces failles et expliquait ainsi, depuis 1895, cette triasification ou *maladie du Trias* : les minerais de zinc tunisiens avaient, pour origine première, les terrains triasiques, qui auraient renfermé à l'origine, une strate blendeuse sédimentaire. Ce Trias, arrivé sous la forme d'une nappe de charriage, aurait été démantelé et remanié par les érosions à une époque récente et la blende aurait été alors dissoute, puis reprécipitée à l'état de calamine, au contact des calcaires, dans des terrains de tous les âges.

(1) Essai d'une description géologique de l'Algérie, *Ann. Sc. Géol., Paris*, 1883, t. 14, art. n° 4.

(2) Gisements de phosphates de chaux et gisements de calamine de la Tunisie, *C. R. A. F. A. S. (Caen)*, XXIII, pp. 420-431.

Cette théorie était rappelée, en 1913, par L. DE LAUNAY, qui ajoutait, néanmoins, qu'on peut « expliquer la formation des mêmes minerais en invoquant l'action des « circulations hydrothermales, le long des lignes de fracture correspondant aux « bords des ilots triasiques » [31].

D'après J. BERTHIER, en 1914, tous les gîtes métallifères tunisiens sont dûs au Trias : ce terrain a été minéralisé en sulfurés, « à l'époque de sa formation, ou à une époque très voisine » et il a cédé une partie de sa minéralisation aux terrains voisins par l'intermédiaire des eaux de circulation, qui sont arrivées assez souvent par la partie supérieure, en raison du déversement du Trias et des plis couchés [1].

En 1918, A. BRIVES admettait qu'une minéralisation intense, résultant de la destruction d'une vieille chaîne hercynienne, se serait accumulée au sein des bas-fonds et lagunes triasiques ; les gîtes à allure filonienne résulteraient de l'étirement tectonique des gîtes triasiques les plus profonds ; les gîtes d'imprégnation et de substitution proviendraient de la réaction sur les couches voisines d'eaux ayant circulé sur le Trias ; enfin, les gîtes sédimentaires résulteraient de l'érosion des mêmes gîtes triasiques [7].

L. BERTHON, qui donnait, en 1922, une description détaillée des gîtes minéraux tunisiens, considérait, de son côté, que « la constance des relations étroites de voi- « sinage, qui se manifestent si nettement entre les sédiments triasiques, dont la masse « reste stérile, et la grande majorité des gîtes métallifères exploités, apparaît comme « un phénomène d'ordre géodynamique plutôt que d'ordre génésique. Ce sont les « grandes failles et fractures, consécutives à la venue au jour du Trias, qui ont cana- « lisé les circulations hydrothermales chargées de vapeurs métalliques, et provoqué « les phénomènes d'altération des zones de contact en bordure du Trias, d'incrus- « tations métallifères des fractures, et de métasomatose de certaines assises propi- « ces à la pénétration des eaux » [2].

En annexe de sa thèse (1927), M. SOLIGNAC rappelait ces données, et admettait, lui aussi, que la plupart des gîtes tunisiens sont des « gîtes de contact anormal « et des gîtes de fractures, ramifiés aux premiers... Il est indéniable », ajoutait-il, « que le maximum de minéralisation s'observe dans les régions où la grande nappe « unique, à terme inférieur triasique, est la mieux développée... Cette minéralisation « va en s'atténuant, au fur et à mesure que la nappe devient autochtone. Dans le « Sud du pays, où les grands phénomènes tangentiels sont à peu près inexistants, « on ne trouve pas de grands gîtes de minerais de plomb et de zinc » [42].

Cependant, L. JOLEAUD faisait remarquer, en 1929, que plusieurs gîtes tunisiens sont liés à des fractures intéressant les terrains miocènes et situées loin du Trias [26].

Il précisait, en 1932, le rôle de la tectonique atlasique : « la minéralisation, « phénomène presque tardif de l'action tangentielle pyrénéo-alpine, a été ici parti- « culièrement active latéralement (c'est-à-dire sous sa forme géographique) et aussi « verticalement (c'est-à-dire du fait de ses manifestations d'intensité locale et régio- « nale) » [27].

En 1932-1933, E. BRUET s'attachait à démontrer que les amas de la partie supérieure des gisements sont dûs à une phase *per descensum*, principalement chimique, succédant à une phase *per ascensum*, hydrothermale ou autre, et qui a été favorisée, en Tunisie, par les influences climatiques [8 et 9].

A la suite de son examen de la répartition mondiale des gîtes plombo-zincifères, F. BLONDEL faisait ressortir, en 1935, la position de l'Afrique du Nord dans la zone tout à fait supérieure des Mésoïdes : « Tout se passe comme si, naissant « au niveau des Paléoïdes, la minéralisation en zinc et plomb allait en s'éparpillant, « en se dispersant au fur et à mesure que l'on monte dans des zones plus jeu- « nes » [4].

A la même époque, L. GLANGEAUD suggérait une relation plus ou moins lointaine entre les gîtes métallifères de l'Algérie septentrionale et les roches éruptives, et proposait pour les gisements en relation avec le Trias, l'explication suivante : « La minéralisation a pu se produire en un ou deux temps. Dans les gîtes que je « qualifierai de primitifs, le minerai a été mis en place, au moment de l'intrusion « de la roche éruptive, soit au contact de celle-ci, directement dans le Trias, soit « à une certaine distance dans le Lias, par action fumerollienne ou hydrothermale. « Dans les gîtes que je qualifierai d'émigrés, la minéralisation, due aux intrusions « éruptives, s'était localisée primitivement dans le complexe gypso-salin triasique, « puis elle est repartie postérieurement à la suite des montées du Trias dans les plis « diapirs et grâce aux circulations aquifères reprenant les éléments chimiques du « Trias » [8].

De son côté, L. CALEMBERT pensait, en 1941, qu'on s'inclinait trop généralement devant le rôle aberrant du Trias et montrait l'importance du rôle joué par les formations calcaires lenticulaires dans la localisation de certains gîtes métallifères [11].

Récemment, en 1950, J. BOULADON présentait un essai synthétique sur l'ensemble des gisements de plomb et de zinc en Afrique du Nord, dans lequel il montrait la répartition géographique des régions minéralisées, plaçant le *pôle* du plomb à Oujda, avec trois satellites (Midelt au Maroc, Béja-Mateur et la frontière algéro-tunisienne à l'Ouest) ; il donnait également une classification des types de gisements et tentait d'établir une relation entre ceux-ci, le grain des minerais, et leur teneur en éléments mineurs [6].

Enfin, en 1951, à la suite de leur étude détaillée des gîtes et des minerais B. P. G. de la région de Teboursouk, J. BOLZE et H. SCHNEIDERHOEHN faisaient ressortir le double rôle tectonique et chimique du Trias et appliquaient à ces gisements tunisiens, la notion, exposée, en 1941, par le métallogéniste allemand, de *gîtes hydrothermaux secondaires* dans des zones de dislocation vivantes. « La zone broyée au « contact du Trias, avec ses épontes, créée au début du tertiaire, a livré un passage « facile à des eaux externes... ces eaux chaudes et salées ont facilement dissous et « transporté les sulfures des minéralisations du socle. Le dépôt secondaire dans la « série de couverture s'est effectué naturellement après l'émersion définitive de la « région et la dernière phase orogénique, dans les mêmes chenaux de circulation, « en bordure des diapirs » [5].

Caractères généraux et situation géologique des gîtes plombo-zincifères

La Tunisie est un pays essentiellement sédimentaire ; la couverture, formée de terrains secondaires, tertiaires et quaternaires, est très épaisse ; dans le Nord, seulement, apparaissent quelques affleurements de roches éruptives ; ceux-ci ne semblent pas en relation avec les gîtes plombo-zincifères, qui, tous, sont situés dans les formations sédimentaires.

On a, en Tunisie, les types classiques de gîtes de substitution et filoniens, mais ceux-ci ne sont presque jamais nettement tranchés ; souvent, il n'y a même pas prédominance de l'un ou de l'autre, mais un type à caractères mixtes, soit filonien avec remplissage de vides au voisinage, soit en substitution avortée. Un autre type paraît assez spécial à la Tunisie : c'est ce qu'on a appelé le gîte d'imprégnation fissurale, qui, d'ailleurs, est lui aussi, associé aux autres types de gisement.

Il nous a donc paru difficile de classer les gisements tunisiens d'après leur type, mais nous allons voir que l'étude du cadre tectonique nous fournit une classification simple, et qui, dans une certaine mesure, n'exclut pas la convergence de certains caractères dominants des gîtes.

Les gisements tunisiens dans le cadre tectonique nord-africain

La Tunisie représente seulement la partie extrême-orientale de l'Afrique du Nord française en bordure de la zone alpine, et ne peut, naturellement, être considérée à part des structures algéro-marocaines.

1. — Unités tectoniques

Les auteurs ont défini les zones tectoniques suivantes, du Nord au Sud :

	MAROC	ALGERIE	TUNISIE
I	Dorsale rifaine	Kabylie-Edough	La Galite
II	Moyen Atlas	Atlas Tellien	Zone du flysch et bordure
III		Hauts Plateaux	
IV	Haut Atlas	Atlas Saharien	Atlas Tunisien
V	Anti-Atlas et Sahara	Plate-forme saharienne	

En Algérie, la tectonique se superpose à la paléogéographie, et l'on a, entre les zones I et II, le sillon tellien, qui correspondrait au sillon subrifain, au Maroc, et au sillon tunisien à l'Est. Mais, à cette dernière unité, en Tunisie, se sont superposées les grandes lignes tectoniques obliques, qui ont donné sa physionomie actuelle au pays.

En effet, les plis, dirigés Est-Ouest en Algérie, subissent au voisinage de la frontière tunisienne, une torsion vers le Nord, les amenant en direction NE. Leurs flancs sont généralement dissymétriques, déversés vers le Sud-Est, représentant une poussée venue du Nord contre un horst central, marqué dès l'Aptien.

La structure définitive de la Tunisie, ébauchée dans une phase antéburdigalienne, s'est affirmée lors de la phase principale postérieure au Quaternaire ancien [13].

La minéralisation paraissant liée uniquement à cette ultime manifestation de l'orogénèse alpine, et les gisements s'alignant sur les plis NE-SW, on se propose de les classer ici suivant les unités tectoniques (Planche I).

Ce sont les suivantes, en allant du Nord-Ouest au Sud-Est :

I. — La Zone des Massifs Cristallins n'est représentée, en Tunisie, que par le petit archipel de la Galite, formé de roches éruptives d'âge tertiaire (granodiori-

tes et microgranites) avec une couverture oligocène, plus ou moins métamorphique, On n'y connaît que quelques petits gîtes filoniens ferro-cuprifères.

II. — La ZONE DU FLYSCH, qui comprend la région frontalière nord-occidentale (Kroumirie), et la région côtière de Tabarka à Bizerte, est essentiellement constituée de formations oligocènes, à relief inversé, avec quelques petits anticlinaux crétacés, des lames de Trias extrusif, et les pointements dacitiques et basaltiques des Nefzas. Cette zone présente un premier alignement de gîtes : *Sidi Driss, Aïn Allega, Djebel Diss, Oued Maden,* le long de la lame triasique principale, qui prend toute la Kroumirie en écharpe, de la côte méditerranéenne à la région de Souk-Ahras. Cet alignement comporte des gîtes d'imprégnation et de substitution en B. P. G. (avec mercure).

III. — La BORDURE DE LA ZONE DU FLYSCH, jalonnée par des lames triasiques et des contacts anormaux, comporte, dans son voisinage immédiat, l'alignement des districts de *Bechater,* des *Amdouns* (*Sidi Ahmed, Khanguet, Ben Amara*) et de *Fedj Assene.*

Tout le reste de la Tunisie plissée fait partie de l'ATLAS TUNISIEN, qui comprend une région septentrionale correspondant, en partie, au sillon tunisien, caractérisé par une série crétacée puissante (de 6 à 12.000 m.), à faciès bathyal, parcourue par des lames, affleurant quelquefois très largement, de Trias extrusif, et une partie sud-orientale, en bordure du Sahel et de la plate-forme saharienne.

IV. — La RÉGION SEPTENTRIONALE a été subdivisée, un peu arbitrairement, en :

a) La SOUS-ZONE DES ÉCAILLES, de Bizerte aux Ouargha, caractérisée, surtout dans sa moitié nord-orientale, par de nombreuses écailles de calcaires éocènes. Elle présente deux alignements de gîtes, ayant, peut-être, comme origine commune vers le Nord-Est, au voisinage de Mateur, les districts d'*El Grefa,* et *Graria,* en bordure d'une lame triasique importante.

En allant vers le Sud-Ouest, une première digitation comporterait les gisements de *Sidi bou Krim, Bazina, Tabouna,* puis le *Djebel Sabbah* et le *Djebel bou Seboua* d'une part, le *Chara, Djebel Hallouf, Sidi bou Aouane* et *Touireuf,* d'autre part ; la seconde comprendrait le *Semene,* puis se subdiviserait encore, d'une part avec *Aïn Grich* et *El Haouaria,* d'autre part avec *Djebba, Nebeur* et *Zag et Tir.*

Cette sous-zone, essentiellement plombeuse, se termine en Tunisie, sur la frontière, par les gîtes B. P. G. de *Sakiet-Koucha,* un peu aberrants au point de vue minéralogique (la paragénèse s'apparente plutôt aux gîtes de la sous-zone suivante), mais en direction tectonique de Touireuf.

b) La SOUS-ZONE DES DOMES, caractérisée, principalement vers le Sud-Ouest, par la présence de brachyanticlinaux crétacés et de vastes synclinaux éocènes, comporte, elle aussi, deux alignements principaux, jalonnés par des lames triasiques, avec une origine commune vers le Nord-Est. A la hauteur de Medjez-el-Bab, l'alignement *El Alia-Djedaria-El Ahmera* se subdivise donc, d'une part avec les gîtes de *Fedj el Adoum, Kebbouch, Dogra, Sidïi, Garn Alfaya* ; d'autre part, avec ceux de *Kef Lasfar, Knana, Koudiat Safra, El Akhouat, Bou Khil, Bou Grine, Lorbeus, Slata, Bou Jaber.*

Cette sous-zone comporte quelques gîtes de substitution, et, essentiellement, des B. P. G. d'imprégnation au *contact-Trias.*

Vers le Sud-Est, une bande de terrains à peu près stérile, d'une quarantaine de kilomètres de largeur, qui s'étend de Tunis à Thala, sépare les unités décrites précédemment de la région suivante.

V. — LA PARTIE SUD-ORIENTALE DE L'ATLAS TUNISIEN, caractérisée par l'apparition d'affleurements jurassiques, tout au long d'importantes failles directionnel-

les, avec des gîtes d'imprégnation et de substitution, en plomb ou en zinc, a été subdivisée, elle aussi, en deux :

a) La SOUS-ZONE DE L'ANTICLINORIUM ZAGHOUAN-KESSERA (*G. Castany*), bien individualisée dans sa partie nord-orientale, où elle se confond avec les massifs jurassiques et aptiens de la dorsale tunisienne : *Bou Kornine, Ressas, Zaghouan, Djebilet el Kohol, Serdj* ; là, elle se divise en deux branches : *Belouta, Sekarna, Azered, Hamra* et *Kef Chambi*, séparées par un vaste synclinal, avec, en bordure, les districts de *Sidi Mabrouk, Aïn Khamouda.*

b) La SOUS-ZONE DES PLIS DE LA TUNISIE CENTRE-ORIENTALE qui naissent, au Nord, sur le flanc de la dorsale (*Hammam Jedidi*), puis se dessinent plus nettement en bordure de la fosse de Kairouan, par l'alignement *Trozza-El Abeïd-Mrhila-Nouba* en direction SW, et le *Loridga-Touila-Mezzouna*, en direction méridienne.

VI. — Enfin, la PLATE-FORME SAHARIENNE, qui occupe toute la partie méridionale de la Tunisie, est caratérisée par ses formations secondaires, subtabulaires, et, naturellement, un recouvrement très étendu. Il est normal, que cette zone tranquille ne comporte pas de gîtes métallifères, à une exception près (*Tebaga*).

On voit que la majorité des gîtes plombo-zincifères sont situés dans la partie septentrionale de l'Atlas tunisien. Les roches éruptives étant inconnues dans cette région, et devant se trouver à une grande profondeur, cette localisation est probablement d'origine purement tectonique.

2. — ACCIDENTS

Ç'est dans cette zone, en effet, que se réunissent les deux chaînes atlasiques d'Algérie, après une torsion vers le Nord-Est, au voisinage de la frontière algéro-tunisienne.

Ce bouleversement est essentiellement marqué par deux séries d'accidents : les uns longitudinaux, et qui semblent les plus importants, car ils sont fréquemment le siège d'injections triasiques, et s'enfonceraient donc profondément, les autres, transversaux, se réduisant souvent à des fractures, mais ayant dû faire rejouer les premiers, de manière sensible, en accentuant la montée du Trias.

Au croisement, apparaissent généralement les zones minéralisées riches, en relation fréquente, également, avec deux systèmes de fractures de glissement postérieures et à 45° des directions principales.

Il est difficile de dater ces accidents, l'orogénèse alpine paroxysmale antéburdigalienne, a été précédée de phases préliminaires, avant le Cénomanien, avant et après le Londino-Lutétien, et l'on a localement des indices de l'influence de ces divrses phases dans la tectonique régionale : en particulier, l'extrusion ou le diapirisme ont assurément débuté dès la phase pyrénéenne, au moins. D'autre part, l'autre phase paroxysmale, vers la fin du Néogène, a été suivie d'effondrements locaux qui se poursuivent encore. On est donc, en Tunisie Septentrionale, dans une zone restée constamment en état d'instabilité, depuis le début des temps tertiaires, au minimum.

3. — PROBLÈME DU TRIAS

Le Trias pose, en Afrique du Nord, un problème surtout tectonique : nous avons vu qu'on a constaté, depuis longtemps, les relations entre ce terrain et les gîtes minéraux, et l'on a pensé qu'il pouvait jouer le rôle de support ascensionnel pour les fumerolles ; le matériel triasique s'est littéralement injecté, dans les accidents longitudinaux, et les plissements successifs ont accentué cette tectonique, jusqu'à la phase paroxysmale récente ; on a des raisons de croire que c'est alors, que la minéralisation s'est déposée au contact et au voisinage du Trias, qu'elle accompagnait dans son mouvement ascensionnel.

Les lames triasiques représentent très probablement de véritables *failles vivantes* [38], en action depuis le Crétacé jusqu'à l'époque actuelle et l'on peut concevoir, qu'elles soient restées en relation constante avec les accidents du socle : les venues thermominérales proviendraient alors, soit de minéralisations anciennes du socle [5], soit, même, directement des magmas éruptifs profonds.

Cette question sera exposée et discutée, de façon plus détaillée dans les conclusions, mais l'on peut observer ici qu'il ne parait pas douteux que les injections triasiques et les venues métallifères soient les deux effets d'une même cause tectonique. Maintenant y a-t-il soumission absolue et générale de la minéralisation au phénomène extrusif ? C'est ce qu'on ne saurait affirmer dans tous les cas. Il est évidemment tentant, pour l'esprit dans un pays comme la Tunisie, où les magmas éruptifs sont à grande profondeur, de leur substituer ce parfait succédané des roches intrusives, qu'est le Trias d'injection.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES GISEMENTS

La carte géologique de la Tunisie (Planche I) fait ressortir l'étendue des affleurements crétacés, tertiaires et récents ; le Jurassique n'est guère connu que dans les massifs septentrionaux de la Dorsale et en quelques points de Tunisie centrale, le Trias est presque toujours extrusif, en position anormale, soulignant la tectonique récente.

Le tableau (Planche III) illustre la position stratigraphique comparée, des gîtes plombo-zincifères en Afrique du Nord : au Maroc, seules les formations primaires et liasiques sont minéralisées ; la majeure partie des gîtes algériens se trouvent dans le Jurassique moyen et le Crétacé inférieur, alors qu'en Tunisie, ils se concentrent dans le Crétacé supérieur et le Tertiaire.

On assiste donc à un déplacement de la minéralisation depuis le Primaire jusqu'au Pontien, en allant d'Ouest en Est en Afrique du Nord, en correspondance avec la répartition statistique des affleurements dans chaque pays.

Si la règle des *roches favorables* à la minéralisation, de par leurs propriétés physiques (séries disloquables à joints marneux et assises microbroyables) ou chimiques (roches calcaires), si cette règle s'applique, assez strictement, au Maroc et dans la partie occidentale de l'Algérie, nous allons voir qu'elle souffre en Tunisie, certaines exceptions.

Le PERMIEN n'apparait qu'au Sahara, dans le petit chaînon anticlinal du *Tebaga* : dolomies et calcaires fracturés, avec un petit gîte filonien, essentiellement zincifère.

On a vu que le TRIAS, en Tunisie septentrionale, se présentait, presqu'exclusivement, en injections à travers les terrains de couverture, à la faveur d'accidents, surtout longitudinaux. Formé, très généralement, d'une brèche bicolore argilo-gypseuse, à blocs de dolomies et de grès, il est, lui-même, rarement minéralisé, de par sa structure imperméable : de façon tout à fait anormale, il arrive, cependant, que des argiles sableuses ou, surtout, certains blocs ou certaines barres dolomitiques ou bréchiques, particulièrement importants de la brèche allogène, et toujours près du contact, présentent une minéralisation conséquente en stockwerk et substitution (*Aïn Allega, Safsaf, Bazina, Bechater, Sidïi, Dogra, Zag et Tir, Loridga*) ; l'extension de tels gîtes est toujours limitée.

Mais, la bordure des lames triasiques présente souvent une brèche de friction, autochtone, plus ou moins importante, au contact de terrains très divers, et qui comporte des zones d'enrichissement, généralement lenticulaires, dites localement *gîtes*

de contact. A ce type, associé, très souvent, à des gîtes filoniens transversaux, appartiennent la plupart des gisements B. P. G. de la partie septentrionale de l'Atlas tunisien (*Sakiet-Koucha, Fedj el Adoum, Kebbouch, Garn Alfaya, Kef Lasfar, Knana, El Akhouat, Bou Khil, Bou Grine, Lorbeus*).

Le JURASSIQUE n'apparaît guère que dans la terminaison septentrionale de l'anticlinorium axial de l'Atlas tunisien : il est formé de calcaires durs, très favorables aux gîtes de substitution et d'imprégnation, soit dans le Lias (*Grand Zaghouan, Djebilet el Kohol*), soit dans le Portlandien (*Ressas, Sidi et Taïa*).

Le NÉOCOMIEN, essentiellement marneux, est rarement minéralisé.

Il en est de même de l'APTIEN bathyal du sillon tunisien, mais, en allant vers le Sud, cet étage devient favorable à des gîtes de substitution, analogues aux gros gisements marocains, soit dans la sous-zone des dômes (calcaires durs du *Slata* et du *Bou Jaber*), soit dans l'anticlinorium et la Tunisie centrale (calcaires et dolomies du *Serdj*, de l'*Azered*, de l'*Hamra*, du *Kef Chambi*, du *Trozza*, d'*Aïn Nouba* et du *Touila*).

Le CÉNOMANIEN-TURONIEN, très marneux dans le Nord, contient le curieux gîte d'imprégnation du *Djebel Diss* ; plus calcaire dans la partie septentrionale de l'Atlas Tunisien, il renferme quelques gîtes filoniens et stockwerks, associés à des *gîtes de contact* (*Fedj Assene, Djebba, Nebeur, Fedj el Adoum, Garn Alfaya, El Akhouat*) ; encore plus au Sud, il devient dolomitique, avec des gîtes de substitution (*Kef Chambi*).

Le SÉNONIEN INFÉRIEUR (ou EMSCHÉRIEN) est toujours très marneux : l'on y connaît, cependant, le gîte d'imprégnation d'*Oued Maden*, dans la zone du flysch.

Le SÉNONIEN SUPÉRIEUR (ou ATURIEN) présente de nombreux gîtes filoniens (avec remplissage de vides), dans sa partie supérieure, formée des calcaires massifs assez durs du Campanien, dans toute la zone septentrionale de l'Atlas tunisien (*Amdouns, Tabouna, Chara, Hallouf, Sakiet, Lorbeus*).

L'EOCÈNE présente, à sa partie moyenne, des calcaires massifs qui, quoique d'apparence favorable, sont rarement minéralisés (*Touireuf, Sekarna*).

On ne connait pas de gisement dans l'OLIGOCÈNE de la zone du flysch ; dans l'Atlas tunisien, ce terrain renferme les petits gîtes du *Koudiat Safra* (?) et du *Djebel el Abeïd*.

Les grès du BURDIGALIEN comportent quelques petits gîtes de substitution dans la partie septentrionale de l'Atlas Tunisien (*El Alia, Djedaria, El Haouaria*).

Enfin le PONTIEN, au Nord de cette même région, renferme des gîtes de substitution et d'imprégnation interstitielle, relativement importants (*Djalta, Semene*). Le filon-faille de *Sidi bou Aouane* a certainement, aussi une éponte de Pontien.

On assiste donc à une diffusion de la minéralisation, dans presque toute l'échelle stratigraphique de la Tunisie ; les gîtes principaux sont les gîtes d'imprégnation au *contact Trias*, les gîtes de substitution dans le Jurassique, l'Aptien et le Pontien, les gîtes filoniens dans le Crétacé supérieur, et les remplissages de vides en relation avec tous ces types.

Malgré cette répartition, il apparaît que tous les gisements sont du même âge.

En résumé, par suite de la complexité des types de gisements et de la quasi-simultanéité probable des venues thermominérales, les monographies régionales seront classées suivant les grandes lignes tectoniques.

MONOGRAPHIES RÉGIONALES

Les gisements tunisiens sont relativement petits et très éparpillés. On s'est limité, ici, à la description détaillée de tous les gîtes ayant, ou ayant eu, une certaine importance économique (pour la Tunisie), c'est-à-dire dont la production a été supérieure à un millier de tonnes de minerai marchand.

Ce chiffre-limite, arbitrairement choisi, élimine les gisements n'ayant donné lieu qu'à des recherches. Par contre, toutes les concessions et la majeure partie des permis d'exploitation, anciens ou actuels, l'ont dépassé. Naturellement, lorsqu'on a affaire à un petit district minier, la monographie du gîte principal s'étendra aux indices qui l'entourent.

Les cartes, accompagnant chaque monographie, ont presque toutes été levées sur agrandissement photographique (au 1/20.000°) de la carte au 1/50.000°. Enfin, un tableau final, en annexe, donnera la situation de tous les gisements et indices plombo-zincifères tunisiens (avec quelques renseignements sommaires).

Pour toutes ces études on a consulté les ouvrages généraux sur la Tunisie (L. Pervinquière, M. Solignac, L. Berthon, G. Castany) et les archives du Service des Mines. Certains gisements ont été l'objet d'études régionales récentes, qui sont alors citées à la fin de chaque monographie.

CHAPITRE PREMIER

ZONE DU FLYSCH

Cette zone, essentiellement constituée de formations oligocènes, avec quelques petits anticlinaux crétacés, s'étend, en Tunisie, sur une vingtaine de kilomètres de largeur moyenne et sur 150 km. de longueur, entre Rass el Koran, à l'Ouest de Bizerte, et la frontière algéro-tunisienne. Elle est caractérisée par la présence d'un grand accident, Nord-Est Sud-Ouest, marqué par divers jalons triasiques. En Kroumirie, se trouvent, au voisinage, les districts principaux d'*Aïn Allega, Djebel Diss* et *Oued Maden,* alignés sur une soixantaine de kilomètres.

Vers le Nord-Est, il est possible que cet accident soit relayé, en s'incurvant vers l'ENE, par la zone des petits massifs volcaniques des Nefzas, avec le gîte de *Sidi Driss,* au voisinage.

Ces quatre gisements sont surtout des gîtes d'imprégnation et de substitution à paragénèse plomb et zinc dominants.

SIDI DRISS

(Planche 1)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le gîte de Sidi Driss se trouve dans les Nefzas, en Kroumirie, c'est-à-dire à peu de distance de la côte, entre Djebel Abiod et Sedjenane.

La mine est toute proche de la route N° 7, et de la voie ferrée de Tabarka à Mateur, à moins d'un kilomètre de la station de Tamera (Bizerte à 92 km.).

Le relief est peu accentué : le point culminant, à l'Est, est à la cote 419, mais le gîte principal, qui affleure vers la cote 130 (à 50 m., environ, au-dessus du thalweg de l'Oued Damous) est sur le flanc d'une série de petites collines boisées, ne dépassant guère 200 m. La pluviométrie est assez forte, de l'ordre de 700 mm. par an, et la végétation est très touffue.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le gîte de Sidi Driss, à peu de distance de la limite méridionale de la zone du flysch, présente la particularité d'être situé entre deux petits massifs éruptifs, ayant percé peut-être au milieu d'un diapire triasique.

La structure comporterait un substratum marneux plissé, d'âge nummulitique, sur lequel se sont déposées, en discordance, des formations continentales, surmontées des couches à minerai de fer de Tamera.

Dans une direction subparallèle à l'alignement des massifs éruptifs, et à une dizaine de kilomètres vers l'Est, se trouvent les petits gîtes de Douaria et de Sidi el Alaoui, dans un magasin analogue.

De l'autre côté, mais en direction tectonique, à une vingtaine de kilomètres, vers le Sud-Ouest, le gisement important d'Aïn Allega présente une paragénèse semblable, mais dans des conditions de gisements différentes.

L'étude stratigraphique de la région est rendue difficile par l'importance du recouvrement, et aussi par la présence de séries marneuses, sans fossiles, qui n'ont été datées qu'avec doute.

On a attribué les formations de base au Nummulitique, en raison de la présence de calcaires éocènes intercalés, et les couches supérieures au Pontien, par suite du caractère continental des séries-magasins.

Le Trias est, peut-être, représenté par une brèche importante, qui auréole le massif dacitique du Ragoubet es Seïd (à éléments énormes de calcaires dolomitiques métamorphiques), et dont la partie périphérique est minéralisée en fer.

Le Londino-Lutétien forme, à l'Argoub Ressas, une sorte d'écaille très étroite, ayant percé au milieu des marnes priaboniennes : marno-calcaires et calcaires à rognons de silex noirs.

D'après l'étude micropaléontologique, les marnes, qui forment le substratum du synclinal de Sidi Driss, représenteraient le Priabonien supérieur.

L'OLIGOCÈNE comprend les marnes et les grès qui couronnent les sommets, de part et d'autre.

La série-magasin de Sidi Driss surmonte, en discordance, les marnes éocènes ; elle comprend des alternances de marnes, d'argiles rouges et grises, parfois très gypseuses, et de grès verdâtres, avec trois couches lenticulaires, minéralisées en B. P. G., d'une roche calcaire caverneuse (très altérée en affleurement), de 1 m. à 1 m. 50 de puissance moyenne, séparées par des marnes ou argiles épaisses de 6 à 10 m.

Cette formation a été attribuée autrefois, à l'Eocène supérieur ; mais la présence de lignites minéralisés et l'allure lenticulaire des terrains indiqueraient plus probablement, une série continentale à stratification entrecroisée que l'on peut rattacher au PONTIEN. Elle est surmontée par la couche à minerai de fer de Tamera : c'est un ensemble d'argiles ou terres ferrugineuses emballant des blocs, ou montrant de véritables lits de limonite. Cette formation, de 6 à 18 m. d'épaisseur, présente un aspect détritique et son âge est, aussi, indéterminé.

Quant aux massifs éruptifs dont nous avons parlé, ils apparaissent de part et d'autre, à quelques kilomètres de la région étudiée, au Djebel Rhound el Oued (dacite) et au Djebel Haddada (dacitoïde oligoclasique) : ils ont été le siège de venues hydrothermales siliceuses (filons d'opale résinite), et ferro-cuprifères.

TECTONIQUE

Le point intéressant est évidemment la présence des pointements éruptifs, qu'on a pu dater avec une certaine précision : ils percent au travers des grès oligocènes et sont donc post-nummulitiques, et d'autre part, le poudingue de base de la série pontienne de Douaria contient des blocs de dacite ; ces deux faits ont amené M. SOLIGNAC à attribuer aux venues dacitiques, un âge miocène et probablement miocène moyen, en relation avec la phase de plissement post-burdigalienne ; cependant, certains basaltes seraient post-pontiens, et les dacites, elles-mêmes, contiennent des filons de résinite et d'oligiste, qui indiqueraient une venue hydrothermale plus récente.

Il n'est donc pas prouvé que la minéralisation B. P. G. de Sidi Driss soit liée directement aux pointements éruptifs : ceux-ci indiquent, en tout cas, une zone tectonique faible, orientée E-W, et contre laquelle viennent buter les plis des Amdouns au Sud.

Plus localement, le pli-faille de l'Argoub Ressas, dont la trace n'est visible qu'à l'affleurement calcaire, est probablement un accident directionnel. La série-magasin de Sidi Driss, qui paraît cernée par deux autres failles longitudinales, au Nord-Ouest et au Sud-Est, affecterait, d'après les anciens rapports, la forme d'une cuvette synclinale, légèrement plissotée, avec plongement brutal vers le Sud, au voisinage de la faille-limite SE (*dressant*) ; les travaux miniers y ont mis en évidence une série de petits accidents transversaux et fractures de glissement, à rejet très faible.

GISEMENTS ET MINERALISATION

On a, là, deux types de gisements :

I. — STOCKWERK dans les calcaires et marno-calcaires éocènes, avec deux fractures principales, l'une de 40 cm. de puissance, N 60° W, à pendage 80° W, l'autre de 20 cm., E-W, à pendage 45° N, au voisinage du pli-faille de l'*Argoub Ressas*, lui-même minéralisé : la gangue est surtout barytique, avec galène et cérusite, et un peu de blende, de pyrite et de pyromorphite.

II. — Substitution dans les couches favorables calcaires de la série pontienne.

1° *Le gîte principal de Sidi Driss* comprend trois pseudo-filons-couches, dans des formations calcaires, qui paraissent lenticulaires (de 0 à 3 m. d'épaisseur), séparées par des marnes, légèrement imprégnées (de 6 à 10 m.). La couche inférieure, la plus riche, minéralisée en B. P. G. (la teneur moyenne étant de 18 % Pb, 9 % Zn et 10 %Fe), dans une gangue calcaire, argileuse ou barytique, aurait été exploitée sur une section moyenne de 6.000 m2, environ, suivant le pendage (12 à 18° NNE).

De part et d'autre, elle semble affectée : au Nord-Ouest, par une zone brouillée, encore minéralisée, qui correspondrait à une faille directionnelle ; au Sud-Est, par une autre faille longitudinale probable, NE-SW, qui la ferait plonger brusquement à 80° vers le Sud-Est (*dressant*) et qui paraît relayée, vers l'Est, par une faille NNE-SSW (*rejet de l'Entonnoir*) ; signalons, enfin, au Sud-Sud-Est, une petite faille transversale, NW-SE, à rejet de 3 m. Le voisinage de tous ces accidents est généralement marqué par un enrichissement.

2° A 800 m. au Nord, près de l'*Aïn Sersouf*, affleure, sur 200 m., un gros banc calcaire, presqu'entièrement substitué en barytite et célestite, avec traces de galène (4,75 % Pb, sur des échantillons choisis, près de la source), et qui représente, peut-être, la remontée, sur l'autre flanc du synclinal, du banc principal de Sidi Driss.

Il est possible que le *gîte des carbonates*, à 1.500 m. à l'Ouest-Sud-Ouest de l'Aïn Sersouf, se trouve dans le prolongement de ce banc : on y a signalé deux petites couches voisines, de 5 et 10 cm. de puissance, à pendage 20° SE, minéralisées en cérusite et galène ; elles ont été suivies sur une dizaine de mètres, en descenderie.

3° Notons enfin, qu'il est probable que le gîte de Sidi Driss passe sous les formations ferrifères de Tamera : le puits 63 bis y a rencontré, à 12 m., des argiles à pyrite et galène, et, du reste, le minerai de fer est toujours légèrement plombeux.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La Galène est généralement fine (50 à 100 microns) et très oxydée, non argentifère. Elle se rencontre, exceptionnellement, en jolis octaèdres, dans les géodes.

La Blende, moins abondante, se trouve en petites plages blanc-jaunâtres, peu discernables à l'œil nu.

La Pyrite et la Marcassite sont abondantes, en petits cristaux et en rognons.

La Cérusite, noire, compacte, est à cristallisation très fine.

La Pyromorphite est accidentelle, en petits prismes hexagonaux verts, dans la barytite de l'Argoub Ressas.

La Barytite est fibreuse, très ferrugineuse.

La limonite de Tamera est formée essentiellement, de Stilpnosidérite et de Gœthite, avec Pyrolusite et Chalcophanite ; elle renferme toujours un peu de plomb (peut-être sous forme d'un manganate ?).

Dans le B. P. G., la succession est la suivante :

Galène
Blende
Marcassite-Pyrite.

Signalons qu'il y a deux blendes, représentant, peut-être, deux venues : l'une, qui s'éteint entre nicols croisés, se substitue, en partie, aux cristaux de galène ; l'autre, classique, baigne le tout.

Le B. P. G., à prédominance de galène, s'est substitué au ciment des calcaires. et a imprégné, légèrement, les argiles intercalaires.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le gîte principal de Sidi Driss a été découvert en 1902 et, jusqu'en 1910, fut reconnu par une série de puits, et deux galeries principales, aux cotes 126 et 103, avec descenderies dans la couche.

En 1909, furent ébauchés quelques petits travaux de recherche à l'Argoub Ressas (galerie et puits).

A partir de 1910, commença l'exploitation à ciel ouvert, entre les cotes 126 et 107, et souterraine, par les recoupes de la galerie Walter (cote 103). On essaya de mettre la laverie au point, sans grand succès. En 1913, une descenderie, d'une dizaine de mètres, attaquée sur le gîte des carbonates, permit de produire 300 tonnes de cérusite. Mais la mine fut abandonnée en 1914 pour des raisons financières ; la laverie fonctionna encore jusqu'en 1917, avec une production totale de quelque 10.000 tonnes de minerai (représentant 5.000 tonnes de plomb-métal). Une nouvelle laverie, installée en 1922, fut rapidement abandonnée, ainsi que quelques petits travaux. Le minerai, complexe, relève évidemment de la flottation. Depuis 1925, la mine était complètement abandonnée. Les anciens rapports donnent un chiffre de 20.000 tonnes de minerais marchands reconnus.

Au cours de l'année 1951, de nouvelles reconnaissances (par quadrillage de 9 puits) ont démontré l'extension du gisement vers le Nord-Ouest (sur une superficie totale de 25.000 m2), mais avec, semble-t-il, un appauvrissement notable et un recouvrement assez important (20 m., en moyenne). Quelques tranchées ont, également, été effectuées, dans la région du *dressant*, aux abords de la carrière.

AIN ALLEGA

(Planche 2)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes d'Aïn Allega sont situés dans les Nefzas, en Kroumirie, à quelques kilomètres de la côte méditerranéenne.

Les installations de la mine se trouvaient à proximité de la route N° 7, et de la voie ferrée de Tabarka à Mateur, à 5 km. de la station de Ras Rajel (Bizerte à 126 km.).

La topographie est peu accentuée : on est sur les premiers contreforts de la Kroumirie et les gîtes se trouvent vers la cote 150. Le terrain est très recouvert de bois et de cultures. La pluviométrie est forte (de l'ordre de 1 m. par an). Le niveau hydrostatique, vers la cote 107 à Aïn Allega, remonte vers le Sud, jusqu'à la cote 133 à La Gouiba.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Aïn Allega est l'un des gîtes les plus importants, en bordure de la lame triasique principale, de la zone du flysch. De nombreux indices la jalonnent jusqu'au Djebel Diss, à 40 km. vers le Sud-Ouest. De l'autre côté, elle est cachée sous les dunes et semble reparaître à l'Ouest de Sidi Driss, à une quinzaine de kilomètres. A Aïn Allega, où elle affleure largement au milieu des formations oligocènes, elle paraît être le soubassement d'un bloc crétacé à allure anticlinale, sur lequel le Trias s'extravase nettement. Une apophyse, au Nord, semble être en relation avec le gîte ferro-barytique de Ras Rajel. L'ensemble est cerné des formations oligocènes de Kroumirie.

Le Trias est représenté par la brèche gréso-dolomitique, à blocs de cargneules, grès phylliteux, calcaires dolomitiques gris et argiles bariolées. C'est, en partie, à proximité du contact, la roche-magasin.

L'Emschérien est formé de marnes sombres occupant le cœur de l'anticlinal ; leur épaisseur visible est supérieure à 150 m.

L'Aturien comprend : les alternances très calcaires du Campanien inférieur (100 à 120 m.), les alternances marneuses du Campanien moyen (80 à 100 m.), les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur à *Inoceramus regularis* d'Orb. et *Austinocrinus Solignaci* A. Valette, (100 à 120 m.), et les alternances marno-calcaires du Maestrichtien inférieur.

Le Suessonien est formé des marnes noires à blocs de dolomie orange, qui constituent le mur de gîte.

Le Londino-Lutétien est formé de calcaires noirs à lits de nodules siliceux (80 m.) : c'est ce niveau qui arrive à l'affleurement, au contact du Trias, par l'intermédiaire de la brèche de friction du gîte d'Aïn Allega.

Le Priabonien et l'Oligocène comprennent la série puissante des marnes noires transgressives, à gros bancs et lentilles de grès ; ce niveau se trouve au mur de

la formation probablement lacustre (PONTIEN ?) de Ras Rajel qui comprend : une brèche à éléments de dacite, et une série de conglomérats, argiles rouges et grès, dont la partie inférieure est minéralisée en fer.

Les alluvions et les dunes s'étendent au Nord de la carte.

TECTONIQUE

L'importante lame extrusive, marquant l'accident principal, est en direction tectonique NE-SW, avec, par places, des décrochements N-S et E-W formant des apophyses, et ceci, au voisinage des gîtes : ces contacts anormaux représentent probablement les fractures de glissement.

La lame principale est nettement déversée à 45° sur l'anticlinal, comme l'ont démontré les travaux d'Aïn Allega. Au Sud-Est de cette structure, un accident parallèle, jalonné de minuscules affleurements triasiques, semble cerner l'anticlinal crétacé, qui nagerait peut-être alors sur un soubassement triasique. Perpendiculairement à la poussée, quelques petites failles, NW-SE, apparaissent dans les formations sénoniennes. Enfin, au Nord, et en relation avec une apophyse NNE-SSW de la lame triasique, existe une brèche très siliceuse à éléments de dacite qui se trouve en direction WSW de l'alignement des petits massifs éruptifs des Nefzas, mais à une vingtaine de kilomètres ; la région intermédiaire est recouverte de dunes.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le contact a été prospecté sur 2 km., et trois zones minéralisées ont été reconnues dans la brèche mylonitique (à éléments éocènes, campaniens et surtout triasiques).

I. — Au Nord, le KEF RESSAS présentait une formation surtout barytique et assez pauvre.

II. — Au centre, le GITE PRINCIPAL est une *colonne* en forme de tronc de cône, à pitch 45° NW, reconnue sur près de 80 m. de hauteur, 70 m. en allongement NNE-SSW, et 10 à 35 m. de puissance, avec des marnes suessoniennes au mur et la brèche argileuse triasique au toit. La gangue y est surtout barytique et la zone oxydée, importante vers le sommet et sur les flancs de l'amas (smithsonite et cérusite) ; la zone sulfurée (blende, galène et un peu de pyrite) débutait vers la cote 154, au mur et dans la partie centrale, mais ne se substituait complètement aux oxydés que vers la cote 125. La teneur moyenne du tout-venant était de l'ordre de 15 %, mais il existait des bandes de scheidage. On a signalé également une certaine imprégnation dans les marnes du mur (en galène).

III. — Au Sud, le gîte de LA GOUIBA montrait des indices sur plusieurs centaines de mètres : ce sont des blocs dolomitiques, à minéralisation seulement barytoplombeuse (galène et cérusite) et assez pauvre, suivie sur une cinquantaine de mètres de hauteur.

IV. — D'autres indices plombo-zincifères apparaissent au voisinage du même contact, sur plusieurs kilomètres vers le SSW (*Djebel Dougas, Djebel bou Nazerine*).

V. — Sur l'autre bord, au Nord-Ouest, existe un petit gîte de contact, assez analogue (brèche ferrugineuse plombo-calaminaire), mais qui présente également des indices de mercure (mouches de cinabre). Remarquons que ce gisement (*Sidi Khalifa*) occupe une position analogue à celle d'Oued Maden, à l'autre extrémité de la lame triasique en Tunisie, c'est-à-dire en bordure NW.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

On avait primitivement, à Aïn Allega, un amas B. P. G. (avec nette prédominance de blende et galène), qui a été fortement oxydé dans sa partie supérieure et en bordure (surtout, au contact brèche, beaucoup moins vers le mur marneux).

La Blende est très fine, claire, jaunâtre.

La Galène est en cristaux plus gros, de l'ordre du millimètre dans le B. P. G. et la baryte, beaucoup plus fins dans les argiles et les marnes. Elle est peu argentifère (de 5 à 50 gr. à la tonne).

La Pyrite et la Marcassite sont des éléments moins importants du B. P. G. (de 3 à 6 % contre 40 % de blende et galène).

La Smithsonite est blanchâtre, rubanée, assez pauvre (30 % Zn).

La Cérusite est noire, compacte, à cristallisation extrêmement fine.

La Baryte à grosse maille, constitue la gangue principale.

Le Quartz est assez abondant, soit en noyaux dans les concrétions de blende et de marcassite, soit en petits cristaux accompagnés de pyrite dans les géodes.

La succession est la suivante :

Galène
Blende.

A Sidi Khalifa, le Cinabre se présente en petites mouches rouges dans la limonite.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Les gîtes d'Aïn Allega ont été découverts en 1895, et explorés par diverses recherches, rapidement concentrées à partir de 1901, sur le *gîte central,* affleurant vers la cote 188, et où un tonnage important fut reconnu par 4 niveaux (cotes 180, 173, 166 et 157). La concession fut alors instituée en 1904.

De 1904 à 1908, divers traçages (cotes 148, 127, 117, avec descenderies jusqu'à la cote 107), puis, le travers-banc 107, permirent de délimiter la *colonne* minéralisée. A partir de 1906, une petite laverie fut installée, et l'exploitation à ciel ouvert se développa jusqu'en 1914, sur 6 gradins (cotes 166, 158, 147, 135, 127 et 121). Deux fours de calcination furent construits en 1910. En 1912, un puits démontra la disparition de la minéralisation à la cote 90 (?), mais on y signale des traces de galène dans les marnes du mur. En 1914, un gros éboulement amena l'abandon de la mine. En 1921, un nouveau travers-bancs 107 fut tracé ainsi qu'un niveau intermédiaire (cote 116), et les parties riches, et surtout plombeuses, furent exploitées souterrainement, jusqu'en 1929, en particulier entre les niveaux 140 et 125, par descenderie. La laverie fut réinstallée en 1924, mais avec un rendement toujours aussi mauvais.

De 1924 à 1927, de petites recherches furent reprises au *Kef Ressas,* sans résultat.

La mine fut de nouveau arrêtée de 1930 à 1937, puis un troisième travers-bancs 107 fut fait, avec traçages délimitant une section minéralisée de 800 m2 restant à exploiter à ce niveau, ainsi qu'une deuxième lentille au Sud-Est : l'exploitation fut à nouveau arrêtée, en 1940, par un éboulement important. Entre temps, un atelier de flottation, monté en 37-38, traitait les haldes de l'ancienne exploitation, jusqu'en 1942.

Depuis lors, la mine est abandonnée, et la concession a été annulée en 1950. La production comprend 9.000 tonnes de calamine, 2.000 tonnes de blende, 6.000

tonnes de cérusite, 14.500 tonnes de galène et 23.000 tonnes de mixtes (soit, en métal, 9.400 tonnes de zinc et 13.300 tonnes de plomb).

II. — A *La Gouiba,* de nombreux travaux (puits et galeries) tracés jusqu'en 1912, entre les cotes 155 et 80, avaient déterminé trois zones barytiques assez bien minéralisées. Une petite laverie fut installée en 1913, et une exploitation à ciel ouvert produisit quelques centaines de tonnes de galène et cérusite à 40 % Pb. Les recherches furent poursuivies, à diverses reprises (de 1918 à 1930 et de 1939 à 1945), puis complètement abandonnées.

III. — A *Sidi Khalifa,* de petits travaux de recherches, de 1899 à 1905, ont produit une quarantaine de tonnes de calamine à 26 % Zn.

IV. — Notons que des petits travaux sont repris depuis 1950, dans le permis de recherches du *Djebel bou Nazerine,* à quelques kilomètres au SW d'Aïn Allega.

DJEBEL DISS

(Planche 3)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Diss fait partie d'un des chaînons de la bordure méridionale de la Kroumirie, entre Fernana et la frontière algérienne. On accède à la mine par une piste forestière assez bonne, de 12 km., qui débouche sur la route N° 17, à 24 km. de la station de Souk el Arba (Tunis à 156 km.).

Le relief est assez accentué : le point culminant est à près de 700 m., et l'Oued el Kadjti, au-dessous de la mine, coule vers la cote 400. La pluviométrie est forte, de plus de 1.000 mm., et la végétation broussailleuse (diss) sur les montagnes : les vallées sont en cultures. Le niveau hydrostatique de la région de la mine est vers 420 m.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebel Diss est en bordure de la lame triasique majeure de la zone du flysch, comme Aïn Allega (à 40 km. au Nord-Est) et Oued Maden (à 18 km. au Sud-Ouest). Dans cette région, elle court au milieu des formations oligocènes, accompagnée, sur son flanc nord-occidental, de ce qui subsiste d'un anticlinal crétacé supérieur, (le flanc nord, en général, avec l'amorce de synclinaux éocènes).

Le Djebel Diss lui-même est constitué d'une partie d'un dôme sénonien régulier, plongeant périclinalement vers le Nord et l'Ouest, et tronqué par deux failles principales, au voisinage de la lame triasique, avec lambeaux cénomano-turoniens.

Le TRIAS extrusif est généralement formé de la brèche gréso-dolomitique, à blocs de calcaires dolomitiques noirs, d'argiles et de grès phylliteux, avec cristaux de quartz et de pyrite hématisée. Très notable cependant, est la présence, entre les blocs marno-calcaires minéralisés, d'une lame triasique très étroite, comportant une dolomie jaune bien cristallisée, tout à fait aberrante dans ces formations. Cette roche, suivie par la galerie Sainte-Barbe, semble passer, en affleurement, à la brèche dolomitique classique, et peut être due à la dissolution-recristallisation de celle-ci, sous l'influence des venues thermominérales : elle paraît liée, en tout cas, à la minéralisation principale.

La partie orientale et méridionale du Djebel Diss comporte une série, très épaisse, de marnes, à bancs marno-calcaires jaunâtres, sans fossiles, qui a été attribuée au CÉNOMANO-TURONIEN. C'est la série-magasin du gîte principal.

L'EMSCHÉRIEN est formé de marnes noires.

Le CAMPANIEN comprend :

— Les calcaires et marno-calcaires du Campanien inférieur.

— Les alternances marno-calcaires du Campanien moyen.

— Les calcaires blancs crayeux massifs à Inocérames et *Stegaster altus* SEUNES, du Campanien supérieur, qui couvrent le massif.

Le MAESTRICHTIEN inférieur se présente sur le flanc NW du Djebel Diss avec des alternances de calcaires et de marnes.

Les marnes SUESSONIENNES, à nodules de dolomie rousse, sont très épaisses et bien développées, et représentent le sommet du Crétacé et la base de l'Eocène.

Les calcaires du LONDINIEN-LUTÉTIEN couronnent les collines, au NW de la structure, avec :

— Marnes glauconieuses.
— Calcaires gris massifs fétides, à Polypiers et Dentales.
— Marno-calcaires à nodules de silex noirs.

On a attribué au PONTIEN, un petit lambeau de formations continentales, situé sur le flanc du Koudiat oum el Tmim, et formé de conglomérats et grès ferrugineux, à stratification entrecroisée.

TECTONIQUE

L'accident majeur est la lame triasique, qui borde la structure, à l'Est et au Sud. En liaison directe avec elle, notons les failles méridiennes, parcourues par les deux lames extrusives, remarquables aux abords de la mine, et la grande faille de la falaise (N-S à pendage 50° W), qui tronque le dôme sénonien à l'Est. Parallèlement à la poussée, deux failles importantes limitent ce dôme vers le Sud.

Enfin, on a toute une série de failles NW-SE, représentant les fractures de glissement, en relation avec les apophyses du massif triasique, ainsi que de nombreuses diaclases.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — Le GITE PRINCIPAL est cantonné entre les deux lames triasiques, dans ce qui paraît être un bloc de marno-calcaires et de marnes nageant sur le Trias (si notre interprétation est exacte). Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait donc limité en profondeur. C'est un gîte de substitution en galène et blende dans les marnes et marno-calcaires, attribués au Cénomano-Turonien. La minéralisation est irrégulière : il y a des zones d'enrichissement en deux colonnes :

a) l'une, surtout zincifère, au Nord, à pitch 75° SE, reconnue sur 65 m. d'allongement et 45 m. de hauteur, avec une puissance moyenne d'une dizaine de mètres, et des teneurs très variables ; les 4 recoupes E ont donné, du mur vers le toit, au niveau 409 :

Recoupe A (30 m.) : 13 m. à 5 % Zn ; 2 m. blende à 45 % Zn ; 2 m. mixtes (à 40 % Zn et 16 % Pb) ; 3 m. à 25 % Zn ; 7 m. à 12 % Zn ; 3 m. à 22 % Zn ; 4 m. de marnes stériles.

Recoupe 1 (27 m.) : 3 m. blende à 20 % Zn ; 11 m. stériles ; 6 m. à 17 % Zn ; 2 m. stériles ; 5 m. minerais mixtes (à 13 % Zn et 12 % Pb) ; 3 m. de marnes stériles.

Recoupe 2 (15 m.) : 6 m. marnes pauvres (5 % Zn) ; 9 m. mixtes (à 20 % Zn et 20 % Pb).

La recoupe 3 est restée dans le stérile (avec traces plombeuses sur le parement nord, indiquant peut-être la terminaison de la lentille). Vers la cote 428, la *colonne* devient calaminaire, jusqu'à l'affleurement (cote 438).

b) La lentille sud, surtout plombeuse (cérusite et galène), aurait été reconnue sur une cinquantaine de mètres d'allongement, et une quinzaine de mètres de hauteur (entre l'affleurement, cote 465, et la cote 451 ; elle n'avait pas été rencontrée au niveau 409) ; elle aurait eu 3 m. de puissance moyenne, avec des *colonnes* d'enrichissement de 5 à 7 m.

Cependant, des recherches récentes, aux cotes 450 et 430, n'ont pas retrouvé ce gîte, qui semble donc superficiel ; le niveau 430 a recoupé une nouvelle petite lentille de cérusite dans les marno-calcaires, à une cinquantaine de mètres à l'Est du gîte sud.

II. — Le petit gîte d'Ain Bakkouch semble lié aux blocs dolomitiques de la brèche triasique, au voisinage du contact, c'est-à-dire très irrégulier : la minéralisation y est plombo-barytique (cérusite).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Il s'agit de gîtes d'imprégnation au contact de lames triasiques.

La Galène est très oxydée, et se présente en résidus dans la cérusite sous trois aspects : en petits cubes (de 20 à 40 microns), en plages irrégulières (de 10 à 100 microns de plus grande dimension) et en grains (de l'ordre de 1 micron). Elle est assez argentifère (150 gr. à la tonne).

La Blende est compacte, jaunâtre ou blanchâtre.

La Pyrite est assez répandue, mais en moins grande proportion que les autres sulfures.

La Cérusite est à cristallisation très fine, noire, compacte (très argentifère à l'Aïn Bakkouch : 1 kg. 500 à la tonne).

La Smithsonite est en masses blanchâtres rubannées, assez pauvre (34 % Zn).

La gangue est marneuse et assez barytique (surtout à l'Aïn Bakkouch).

Enfin il y a des traces de cuivre (Malachite et Chessylite), dans les filets barytiques de la dolomie triasique.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

On a découvert au Djebel Diss les restes d'une exploitation antique (avec des scories plombeuses).

Le gîte principal retrouvé en 1899, a été exploré, de 1900 à 1903, par 5 galeries en direction (cotes 463, 451, 430, 416 et 414) sur 280 m. d'allongement.

La concession fut alors instituée, en 1903, et les travaux furent développés, avec une petite exploitation, sur 16 m., entre les niveaux 1 et 2. Puis la mine fut pratiquement abandonnée, de 1905 à 1928 : tous les travaux étaient alors inaccessibles, et l'on entreprit un travers-banc de base (cote 409), d'abord à l'Est, puis au Nord du gîte : la lentille nord fut étudiée par 4 recoupes, mais la galerie fut poussée vers le Sud, sur 200 m., avec 9 recoupes, sans retrouver la lentille sud comme aux niveaux supérieurs. De 1932 à 1950, on se borna à entretenir les travaux, avec quelques glanages dans les zones riches, et de petites recherches (Aïn Bakkouch : carrière et galerie).

En 1950, l'étude de ce gîte a été reprise activement, avec des résultats à peu près négatifs, en ce qui concerne la lentille sud, recherchée par 2 travers-bancs (cotes 450 et 430). Un autre travers-bancs de base est lancé, à la cote 485, vers le gîte nord.

La production totale est donc très faible (500 tonnes de minerais marchands, soit 200 tonnes de plomb-métal), mais les réserves de la lentille septentrionale avaient été évaluées à une trentaine de milliers de tonnes à 7 % Zn.

OUED MADEN

(Planche 4)
(Planche-photos V-3)

SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Ce gisement est situé en bordure sud de la Kroumirie, à quelques kilomètres de la frontière algérienne. On accède à la mine, par une bonne piste de 18 km., qui débouche à la station de Ghardimaou, sur la route N° 6 de Souk Ahras à Tunis (Tunis à 190 km.).

Le pays est assez accidenté et profondement découpé : les points culminants approchent de 1.000 m., le gîte principal affleurant vers la cote 550 ; l'Oued Madene coule, en dessous, vers la cote 400. La pluviométrie est forte, de l'ordre de 900 mm. par an, et la végétation assez touffue (forêts de chênes-lièges et broussailles sur les croupes, cultures sur les pentes). Il y a de nombreuses sources dans la région, de bonne qualité : l'eau potable de la mine provient du captage de l'une d'elles ; l'eau nécessaire à la laverie est fournie par un barrage sur l'Oued el Berka, qui coule toute l'année.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le gîte d'Oued Maden est situé au voisinage de la lame triasique majeure de la zone du flysch, sur le même bord que le gisement analogue du Djebel Diss et à 18 km. au Sud-Ouest. La zone intermédiaire a été activement prospectée, sans résultat notable.

Au milieu des formations oligocènes monotones, s'allonge donc cette lame triasique, accompagnée d'éléments crétacés, dessinant, au NW, le flanc d'un anticlinal, et supportant, vers le Sud, ce qui paraît un énorme bloc crétacé nageant sur le Trias (car il en est cerné de toutes parts), lui-même associé à un bloc dolomitique attribué au Lias.

L'ensemble paraît être déversé vers le Sud-Est.

Le Trias est constitué par une brèche gréso-dolomitique peu gypseuse, à énormes blocs calcaires dolomitiques noirs, de grès phylliteux et d'argiles.

On a attribué, avec doute, au Lias, une formation dolomitique en gros bancs (avec Lamellibranches indéterminables), qui est accolée à la lame triasique.

L'Albo-Aptien est une série compréhensive épaisse, composée de :

— Marnes noires à lentilles de quartzite.
— Marnes noires à faune albienne.
— Marnes verdâtres sans fossiles.

Le Cénomanien comporte une barre calcaire à Bélemnites, avec quelques passées marneuses.

Le Turonien est constitué par une série, assez épaisse, d'alternances de marnes et calcaires.

L'Emschérien marneux est bien développé entre les chaînons calcaires.

L'Aturien comprend :

— Les calcaires et marno-calcaires du Campanien inférieur, à la base desquels se trouve la série-magasin du Koudiat el Oulahiss.

— Les alternances marno-calcaires du Campanien moyen.
— Les calcaires blancs massifs en gros bancs du Campanien supérieur.
— Les marno-calcaires du Maestrichtien inférieur.

L'EOCÈNE est représenté par des lambeaux de calcaires gris, reposant sur des marnes suessoniennes, très épaisses.

L'OLIGOCÈNE comprend des marnes avec gros bancs de grès.

TECTONIQUE

La lame triasique principale prend, dans cette région, une allure bizarre ; se séparant en deux, elle encercle complètement un bloc de Crétacé moyen et supérieur : il semble bien que celui-ci soit déraciné et emballé dans le Trias. Dans toute cette région, on assiste à un déversement général des couches crétacées vers le Sud-Est ; visible au Bessaouagui, supposé ailleurs pour des raisons d'épaisseur et de faune, ce semble être le style général de cette terminaison de l'anticlinal crétacé.

D'autres failles longitudinales, parallèles à la poussée, c'est-à-dire ENE-WSW, existent le long des divers chaînons calcaires. Dans la zone du gîte lui-même, la faille du Groura, NNE-SSW, subverticale, de rejet assez faible, est visible sur plus de deux kilomètres, et minéralisée en divers points : c'est probablement une fracture de glissement particulièrement nette, mais cette région est toute hachée de failles transversales NW-SE et de fractures de glissement NNE-SSW, dont l'importance relative est difficile à discerner. On est amené à considérer la faille du Groura, comme la faille nourricière du gîte.

GISEMENTS ET MINERALISATION

La région d'Oued Maden comporte un gîte filonien, et essentiellement un gîte d'imprégnation, au voisinage du premier, mais localisé vers le Nord.

I. — Le premier est un filon-faille visible sur près de 2 km., du Koudiat el Oulahiss au Djebel Groura, de direction NNE-SSW, subvertical vers le Nord, à pendage 70° SE au Sud ; marqué, sur presque toute son étendue, par un chapeau ferro-barytique, à traces de cuivre et de plomb, il a été exploré en profondeur, où le remplissage est barytique, avec cérusite et stibine ; il en est de même du croiseur du Kef en Nsour, filon transversal N 30° W, à pendage 70° E.

II. — Au sommet du Koudiat el Oulahiss, ce filon-faille arrive dans une zone hachée de fractures de glissement et de diaclases E-W et NNW-SSE, à remplissage d'argiles noires, avec cinabre et métacinabre très disséminé (tout-venant à 0,5 p. 1000 Hg), dans la zone supérieure du chapeau calcaire).

III. — Un peu plus au Nord, et en dessous, on arrive dans la zone marno-calcaire et marneuse à fractures de glissement WNW-ESE et glissoirs horizontaux ; c'est là que s'étend le gîte principal, plombo-zincifère, zone d'imprégnation reconnue minéralisée sur près de 500 m., avec une largeur moyenne de 50 m., et une hauteur d'une centaine de mètres : la minéralisation y est essentiellement de blende et galène, accompagnée localement de bournonite, de stibine, de réalgar et avec quelques concentrations de cinabre.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

On a vu que le minerai de l'Oued Maden est très complexe.

La GALÈNE, très fine (1 à 10 microns) se présente, soit en cristaux cubiques, soit

en plages irrégulières, ou en petits grains, en imprégnations vraies dans les marnes et les calcaires (avec dissolution partielle de ces derniers et dépôts géodiques de baryte). La galène, très peu oxydée (1 à 2 % de cérusite), est accompagnée de baryte et de calcite recristallisée. Elle est assez peu argentifère (100 gr./tonne, en moyenne), quoique certains mixtes antimonieux atteignent 1 kg./tonne.

La BLENDE, très fine également, se présente sous forme de petites plages, jaunâtres, déchiquetées : elle est, en général, invisible à l'œil nu. On la rencontre, exceptionnellement, en larges plages mielleuses, dans une gangue de calcite.

La BOURNONITE est assez rare, en petits cristaux, dans la partie moyenne du gîte.

La STIBINE, aciculaire, ou en agrégats lamellaires, est assez abondante aux deux extrémités du filon-faille : Groura (dans une gangue barytique) et carrières d'Oued Maden (dans les calcaires ou en boules dans les marnes).

Elle est souvent associée à des veinules de RÉALGAR, très minces (de 100 microns à 1 mm.).

Le mercure se présente sous deux formes sulfurées (CINABRE et MÉTACINABRE), soit en mouches dans le remplissage argileux des calcaires supérieurs, soit en boules mélangées de galène, de blende et de stibine en profondeur. Le travers-bancs 480 a traversé certaines zones particulièrement riches (6,2 % Hg pour 12,5 % Pb, 4,7 % Zn et 5,13 % Sb ; 32,8 Hg pour 6,2 % Pb et 2,2 % Sb).

La CHESSYLITE et la MALACHITE (produits d'oxydation de la PANABASE) n'existent guère qu'en enduits dans la LIMONITE des chapeaux de fer.

On a là, à partir d'un filon-faille, et dans des terrains paraissant peu favorables, un véritable gîte d'imprégnation, dans lequel le rôle joué par les fissures et fractures est prédominant ; le mercure, seul, reste dans les fractures, le plomb imprégne les calcaires fins, compacts, du voisinage, ou tout au moins les interlits marneux. La présence de mercure, et la finesse du minerai, comparable à celle des gîtes de substitution de Djalta et du Semene, confirment la notion de dépôt épithermal récent.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Il semble que la région de l'Oued Maden ait été explorée dans l'antiquité : on a signalé la présence de scories romaines.

I. — Les premières recherches avaient mis en évidence, dès 1900, les différentes zones minéralisées, par divers travaux, dénommés Saint-George (calamine), Sainte-Marthe et Saint-Jean (galène), Saint-André, Saint-Félix et Sainte-Renée (cuivre), Saint-Antoine et Sidi Ali ben Amor (plomb, cuivre et antimoine).

L'exploitation s'intéressa tout d'abord aux gîtes cuprifères de Saint-Félix et Sainte-Renée, et l'on produisit, en 1907, 89 tonnes de minerais de cuivre (panabase et malachite), à 8 % Cu et 320 gr./t. Ag. En 1908, la poursuite de ces recherches, ainsi que la galerie Saint-André, n'ayant pas donné de résultats importants, les travaux furent abandonnés.

A partir de 1920, commença l'étude du gîte principal, par 5 niveaux, cotes 610, 582, 569, 550 et 518, et l'ancienne galerie Sainte-Marthe, cote 508, qui démontrèrent un tonnage d'une dizaine de milliers de tonnes de minerai marchand ; et une laverie gravimétrique fut installée, avec un rendement médiocre. La concession fut alors instituée en 1932.

Pendant la crise, l'exploitation du gîte principal fut suspendue, et l'on s'intéressa au gîte de mercure, découvert, en 1934, dans les parties supérieures, et étudié par une série de tranchées et la galerie Berka. En 1935, l'installation de fours à mercure permit de produire près de 24 tonnes de mercure, de 1935 à 1944. L'exploitation se faisait à ciel ouvert, aux cotes 183 et 163.

A partir de 1937, l'on commença la reprise du gîte de plomb, et l'exploitation à ciel ouvert débuta au-dessus du niveau IV.

En 1939, les sections minéralisées reconnues étaient de 100 m^2 au 1er niveau, 490 m^2 au 2^{me}, 600 m^2 au 3^{me}, 1650 m^2 au 4^{me} et 275 m^2 au 5^{me}, soit 24.000 tonnes de minerai marchand (la production s'élevait alors à plus de 3.000 tonnes). Depuis, l'exploitation se poursuit à ciel ouvert sur les cinq niveaux, montrant l'extension du gîte en profondeur et en direction, puisque, avec une production totale, au 1er Janvier 1951, de l'ordre de 21.000 tonnes de minerais marchands à 55 % Pb (soit 11.500 tonnes Pb métal), les réserves sont encore évaluées à 120.000 tonnes à 4,6 % Pb.

La laverie gravimètrique a été remplacée par un atelier de flottation, mais la blende ne peut être récupérée, dans les conditions actuelles.

II. — Au Sud de l'Oued el Berka, le filon-faille a été exploré,de 1900 à 1904, par 2 travers-bancs, cotes 605 et 576, et 2 galeries avec recoupes. Un permis d'exploitation fut institué en 1904 ; mais la mine fut, alors, pratiquement abandonnée, pendant une vingtaine d'années (à l'exception d'une petite reprise de ces travaux, de 1911 à 1914).

En 1924, la zone sud du filon fut explorée sans résultat par 2 travers-bancs, au-dessus de l'Oued Meroudj ; puis, l'on reprit les travaux de la zone nord, par la galerie de la rivière (O. el Berka), avec 2 branches, Saint-Amédée et Saint-Arthur, cote 450, et les galeries cotes 502 et 530. Seule, la galerie Saint-Arthur avait rencontré une minéralisation intéressante, lorsque la crise de 1930 amena l'arrêt de ces recherches, qui ont produit une centaine de tonnes de minerais.

CHAPITRE II

BORDURE DE LA ZONE DU FLYSCH

La limite de la zone du flysch et de l'Atlas tunisien est souvent marquée par un contact anormal net, représenté, soit par une faille, soit par des lames triasiques.

Les gîtes principaux de *Bechater*, des *Amdouns* (Sidi Ahmed, Khanguet, Ben Amara) et de *Fedj Assene*, sont situés, en fait, dans l'Atlas tunisien, mais en bordure immédiate de la zone du flysch.

Ce sont des gîtes mixtes (filoniens avec remplissage de vides), à paragénèse plomb-zinc simple.

Cet alignement, grossièrement parallèle à celui étudié dans le chapitre précédent, se trouve à une quinzaine de kilomètres de distance, au Sud-Est de celui-ci.

REGION DE BECHATER

(Planche 5)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes de cette région se trouvent à proximité de la côte méditerranéenne, à une quinzaine de kilomètres à l'Ouest-Nord-Ouest de Bizerte. On accède au village de Bechater, par une bonne route, sur laquelle s'embranchent, à 12 kms de Bizerte, les deux pistes, qui desservent les gîtes du Graya et du Rhezlane : de ce dernier, qui était le plus important, situé à quelques centaines de mètres du rivage, les expéditions de minerais étaient faites par mer.

Le relief, dans cette région, est mollement ondulé, les points culminants se situant entre 220 et 280 mètres au-dessus du niveau de la mer ; les gîtes sont entre les cotes 70 et 180. La pluviométrie est relativement forte, de l'ordre de 800 mm. par an, et cette région est très fertile, recouverte de prairies et cultures ; les points d'eau sont nombreux, à débit régulier.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Bechater se trouve en bordure immédiate de la zone du flysch, marquée par divers affleurements de Trias extrusif, qui comportent de nombreux indices plombo-zincifères, à une trentaine de kilomètres vers le Sud-Ouest, sur le bord occidental de la Garet Ichkeul.

Le région de Bechater est caractérisée par l'étendue des formations éocènes, constituant, soit des synclinaux assez réguliers, soit des écailles, représentant, peut-être, les débris de voûtes anticlinales, et nageant sur le Trias.

Le Trias est formé d'une brèche bariolée, argilo-gréseuse, à blocs de cargneules, de grès phylliteux ou calcaires, de calcaires dolomitiques jaunâtres et d'ophites. La partie supérieure de cette brèche constitue la série-magasin des gîtes du Rhezlane et du Graya.

L'Aturien n'apparaît qu'à l'Ouest de la carte, dans le chaînon anticlinal du Djebel Krechad ; il est formé de :

— calcaires blancs massifs à Inocérames (Campanien supérieur) avec le gîte filonien de Sidi el Aoun ;

— alternances de marnes grises et calcaires jaunâtres (Maestrichtien inférieur).

Les marnes Suessoniennes, généralement recouvertes, ne sont visibles que dans les travaux miniers du Djebel er Rhezlane.

Le Londino-Lutétien est représenté par des calcaires siliceux à Globigérines, bitumineux, et légèrement phosphatés et glauconieux.

Le recouvrement (éluvions) s'étend sur toutes les zones argileuses, et des dunes s'alignent sur le rivage et à proximité.

TECTONIQUE

L'accident majeur, qui s'étend sur toute la bordure de la zone du flysch, n'est visible qu'à grande échelle, mais les affleurements triasiques de Bechater, qui semblent épars, sont bien situés en terminaison nord-orientale de cet accident longitudinal, qui est, d'ailleurs, souligné par une série de failles parallèles, visibles vers le Sud-Est, dans les chaînons éocènes, et vers le Sud-Ouest dans le chaînon sénonien.

L'étendue des recouvrements et la nature de la brèche triasique ne permettent pas de voir les failles transversales, ni les fractures de glissement. On s'est demandé si ce n'était pas une brèche de friction, mais elle paraît constituée uniquement des éléments habituels du Trias extrusif. Notons qu'au Djebel el Graya, elle est déversée à 40° sur les formations éocènes.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — DJEBEL ER RHEZLANE

C'est le seul gîte important de la région : il comportait cinq lentilles, alignées NNE-SSW, sur une distance de 180 m. environ, et s'étendant dans une zone de 75 m. de largeur et de 60 m. de hauteur. Ces amas correspondent probablement à des blocs calcaires ou dolomitiques de la brèche triasique, qui se sont montrés favorables à la minéralisation.

L'ensemble représentait environ 100.000 tonnes de minerai tout venant, surtout calaminaire, très pauvre ; l'amas sud, seul, comportait une lentille blendeuse d'une cinquantaine de mètres de hauteur, entourée d'une zone calaminaire, et leurs sections étaient respectivement de 400 et 450 m^2 au niveau 106, 450 et 600 m^2 au niveau 96, 1.000 et 400 m^2 au niveau 82 et 20 et 600 m^2 au niveau 72, où elle s'était divisée en 4 racines. Le plomb (cérusite et galène) est associé au zinc dans le rapport de 1 à 20 environ.

A l'Ouest de ce gîte, les calcaires éocènes du Djebel Soumeur comportaient un filon ENE-WSW, à remplissage de smithsonite plus riche.

II. — DJEBEL DAOUDA

De petites recherches ont été ébauchées sur un gîte analogue à celui du Rhezlane, reconnu par 2 fouilles distantes d'une centaine de mètres, avec une puissance de 3 à 4 m., en smithsonite plus riche.

III. — SIDI EL AOUN

Petits filonnets plombo-calaminaires, de direction longitudinale, ENE-WSW, à pendage 45° S (10 à 15 cm. de galène), ou transversale NW-SE, dans les calcaires campaniens. Il paraît que ces fractures se coinçaient en profondeur.

IV. — DJEBEL EL GRAYA

Gîte de substitution plombo-calaminaire dans brèche triasique, déversée sur formations éocènes : la minéralisation n'a été reconnue que dans la zone de contact, sur une centaine de mètres, à l'Henchir Gouraya, et sous forme d'une lentille de 40 m^3 environ, au toit des marnes suessoniennes, à l'Aïn Rour. Elle est pauvre et très oxydée. Signalons la présence, au Sud, d'un gîte de substitution ferro-manganésifère, au toit des calcaires campaniens du Djebel es Semch, reconnu sur 300 m. de longueur environ.

En résumé, l'on a, essentiellement, dans la région de Bechater, des gîtes de substitution dans la zone périphérique de la brèche triasique, avec des zones lenti-

culaires riches : la minéralisation, surtout zincifère, y est pauvre et très oxydée. Les calcaires campaniens et éocènes renferment quelques petits gîtes filoniens peu importants.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est très fine (10 microns en moyenne) très peu argentifère (de 6 à 18 grammes par tonne).

La BLENDE est très fine également, jaunâtre ou blanchâtre et souvent rubannée : elle est très oxydée et n'a été rencontrée, en quantité importante, que dans la lentille sud, la plus profonde.

La CÉRUSITE est noire, compacte, à résidus de galène.

La SMITHSONITE est polymorphe, massive ou rubannée, généralement pauvre. Dans une lentille, elle est accompagnée d'HYDROZINCITE, en quantité assez notable.

La CÉLESTITE, à très grosse maille, parfois en belles géodes, constitue la gangue essentielle des gîtes de substitution.

La CALCITE est la gangue des gîtes filoniens.

La LIMONITE du Djebel es Semch est assez pauvre (42 % Fe) et siliceuse (14 %) ; elle est associée à un peu de PSILOMÉLANE (à 41 % Mn).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Le *gîte principal* de Bechater (*Rhezlane*) est connu depuis 1891, et jusqu'en 1898, l'exploration en fut faite par un réseau de galeries. En 1898, on fit aussi quelques recherches, peu concluantes, par puits et recoupes, sur les travaux antiques de Sidi el Aoun.

De 1899 à 1913, marchèrent de pair : l'exploitation à ciel ouvert des 5 amas découverts, par les gradins cotes 143, 128, 118, 112, 98 et 90 ; l'exploitation souterraine de la base des gîtes, aux niveaux 82,5, 92,5 ; et les travaux de recherches, par galeries, s'échelonnant de la cote 108 à la cote 30, et qui prouvèrent que la minéralisation ne descendait pas au-dessous de la cote 72. Les installations comportaient une laverie et un atelier de triage, peu au point, ainsi que 2 fours à calciner. En 1914, le gîte étant considéré comme épuisé, les travaux furent abandonnés.

De 1925 à 1929, un nouveau concessionnaire remit la mine en état, en vue de reconnaître la base de la calotte calcaire, qui s'avéra stérile ; entre temps, il procédait au glanage des lambeaux et des zones pauvres, abandonnés autrefois. A Sidi el Aoun, des travaux de recherches importants, de 1925 à 1927, ne donnèrent rien d'intéressant. La mine fut alors abandonnée.

La production totale de la mine de Bechater, depuis l'origine, est de quelque 40.000 tonnes de calamines et terres calaminaires (de 12 à 45 % Zn), représentant environ 9.000 tonnes de zinc-métal, 1.050 tonnes de blende à 36 % Zn et 1.100 tonnes de galène et cérusite à 50 % Pb. Il reste environ 150.000 tonnes de haldes calaminaires à 8 % Zn. La concession, instituée en 1902, a été annulée en 1949.

II. — Le gîte du *Djebel Graya* fut exploré, de 1905 à 1912, par une série de puits, tranchées et galeries s'échelonnant sur une centaine de mètres. Les résultats peu concluants, amenèrent l'abandon de la mine jusqu'en 1924.

A ce moment, le *gîte de fer*, qui avait été découvert en 1912, fut étudié par une vingtaine de puits ; et des recherches furent esquissées sur le gîte de l'*Aïn Rour* (3 puits), ainsi qu'un reprise des anciens travaux, qui donna une petite production de scheidage, d'une quarantaine de tonnes de cérusite, entre 1927 et 1930.

Depuis, ce district est abandonné, mais il est question de reprendre les recherches en 1951.

AMDOUNS

(SIDI EMBAREK, DJEBEL ABIOD, SIDI AHMED, KHANGUET, DJEBEL BEN AMARA, DJEBEL SABBAH)

(Planches 6 à 10)
(Planche-photos VII-6)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Nous avons groupé, ici, une série de gîtes, qui s'alignent sur les chaînons, situés entre Djebel Abiod et Beja, sur les confins de la Kroumirie. Cette région est traversée par la route N° 14, de Beja à Tabarka, et desservie par des pistes plus ou moins bonnes, et par la voie ferrée de Tabarka à Mateur, au Nord.

Elle comprend les gisements principaux de Sidi Ahmed (à 12 km. de la station de Nefzas, dont 8 de piste), du Khanguet (à 15 km. de route de la même station), du Djebel ben Amara (à 25 km. de la station de Beja) et du Djebel Sabbah (à 20 km. de la même station). Tunis est à 138 et 123 km., par la voie ferrée.

La région est assez accidentée, formée d'une série de crêtes calcaires, qui culminent vers la cote 700, séparées par des combes marneuses, dont le point le plus bas est vers la cote 100 ; les gîtes se trouvent généralement sur les flancs, à des cotes variant entre 100 et 500.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm., et les sources sont assez nombreuses : les vallées sont très cultivées et les crêtes couvertes de broussailles. Le niveau hydrostatique est très variable : vers la cote 95, au Khanguet, il remonte vers le Sud jusqu'à la cote 430 au Djebel ben Amara ; à Sidi Ahmed, il se trouvait aux cotes 138, en hiver, et 124, en été, et avait été abaissé, par les travaux miniers, aux cotes respectives, 121 et 89.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district des Amdouns se trouve en bordure de la zone du flysch, séparée, à cet endroit, de l'Atlas tunisien, par une faille nette, que l'on suit vers le NE ; puis toute la structure parait buter, au Nord, sur une zone disloquée E-W, caractérisée par les petits pointements éruptifs des Nefzas et le gîte de Sidi Driss (à une dizaine de kilomètres au Nord du gisement le plus septentrional des Amdouns).

Vers le Sud-Ouest, cet alignement tectonique ne comporte aucun gisement important jusqu'à la plaine d'effondrement de la Medjerda ; mais, de l'autre côté, on a, en direction, le district de Fedj Assene (à 70 km.), dans une position analogue.

La région des Amdouns comporte essentiellement deux anticlinaux sénoniens, très allongés et assez réguliers, en bordure sud-occidentale des formations oligocènes de Kroumirie, traversées par un massif triasique extrusif important.

Le Trias n'apparait qu'au milieu des formations oligocènes, au NW, en un massif assez puissant, formé essentiellement, de grès phylliteux, avec blocs et gros bancs de cargneules sur les contreforts.

Le SÉNONIEN fournit la coupe suivante :

— Marnes noires emschériennes, à *Globotruncana cretacea* D'ORB. et *G. marginata* (REUSS).
— Marno-calcaires blancs à petits Inocérames.
— Marnes noires avec marno-calcaires.
— Calcaires blancs crayeux à grands Inocérames (80 m.) ; c'est le lieu d'élection des principales fractures et cavités de dissolution.
— Marno-calcaires blancs à Inocérames et *Stegaster altus* SEUNES (30 m.).

Cet ensemble représente le Campanien et la base du Maestrichtien (200 m.).

Le SUESSONIEN est une série marneuse, avec, localement, glauconites lenticulaires, d'épaisseur très variable (100 à 1.500 m.), qui comprend une partie de l'Aturien supérieur (à Rosalines et *Globotruncana*) et l'Eocène inférieur (à *Bulimina*, globigérines et *Globorotalia*).

Le LONDINIEN-LUTÉTIEN fournit la coupe suivante :

— Marno-calcaires glauconieux ;
— Marno-calcaires à nodules et lits de silex noirs (15 à 20 m.) ;
— Calcaire gris en gros bancs à *Eupsammia* (80 m.) ;
— Marno-calcaires feuilletés, parfois bitumineux, à *Dentalina* (30 à 50 m.).

L'EOCÈNE SUPÉRIEUR, transgressif (PRIABONIEN), est formé de marnes à *Bolivina* et *Uvigerina*, qui apparaissent à la base de l'Oligocène et au cœur de quelques synclinaux.

Au NW, l'OLIGOCÈNE comprend une puissante formation gréseuse, surmontant des marnes noires, avec quelques intercalations gréseuses.

On a attribué au PONTIEN les formations marneuses rougeâtres, à intercalations de grés et conglomérats, avec blocs de lignites minéralisés, de Sidi Embarek.

Le recouvrement est à peu près négligeable : alluvions peu développées des oueds ; éluvions et éboulis, et brèches de pentes, sur les flancs des chaînons.

TECTONIQUE

Les plis ont la direction habituelle NE-SW ; on a, du NW au SE, les unités tectoniques suivantes :

— Brachyanticlinal sénonien de Djebel Abiod ;
— Noyau diapire (ou extrusif ?) du Djebel ez Zouza ;
— Synclinal oligocène de l'Oued Zouza ;
— Anticlinal sénonien allongé du Khanguet Kef Tout ;
— Synclinal éocène de l'Oued Madene ;
— Anticlinal sénonien allongé du Djebel Sabbah ;
— Synclinal éocène de Zaouiet Madien.

Dans l'ensemble les anticlinaux s'ennoient périclinalement de façon assez régulière. Le massif triasique du Djebel ez Zouza représente probablement un accident important, mais dont la signification n'apparaît pas très nettement : découpant les bancs oligocènes à l'emporte-pièce, il aurait plutôt l'allure ramassée et arrondie d'un dôme diapire, que des lames extrusives tunisiennes ; quoiqu'il en soit, il est à une distance assez grande des zones minéralisées, et ne paraît pas en rapport avec elles.

Parallèlement à la poussée, c'est-à-dire dans une direction générale NE-SW, une série de failles longitudinales cernent les chaînons calcaires ; elles ne sont généralement pas exactement axiales, mais légèrement obliques, en écharpe sur les bancs calcaires :

— le pli faille de l'Oued Zouza, qui paraît limiter les formations oligocènes vers le SE, tronque nettement le flanc NW de l'anticlinal sénonien du Khanguet, puis semble se dédoubler vers le Nord et encadrer le Djebel Sidi Ahmed ; cet accident important passe au voisinage des gîtes principaux de Sidi Ahmed, du Khanguet Kef Tout et du Djebel ben Amara, où existent des petites failles de même direction, qui sont minéralisées.

— l'anticlinal régulier du Djebel Sabbah comporte également une faille longitudinale importante, sur son flanc oriental, en rapport avec les gîtes de Dyr Enfeck et du Kef es Sid.

Ces structures sont littéralement hachées de failles transversales, NW-SE, à faible rejet, mais très apparentes, et paraissant en continuité d'un chaînon calcaire à l'autre.

Les fractures de glissement, N-S et E-W, sont nombreuses, dans les zones périanticlinales, qui paraissent plus favorables à la minéralisation, (en particulier dans l'anticlinal du Khanguet), ainsi que dans le brachyanticlinal du Djebel Abiod, et en bordure orientale du Djebel Sabbah.

Enfin ces plis butent, vers le Nord, sur une zone disloquée, d'allure générale E-W, et caractérisée par les pointements éruptifs des Nefzas.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les Amdouns présentent essentiellement une série de gîtes filoniens, avec remplissage de vides aux épontes, les uns en filons-couches au toit des calcaires, les autres en minéralisations de fractures.

I. — Seul le petit gîte de SIDI EMBAREK, au voisinage du massif triasique, est une substitution vraie, dans les marnes et, surtout, les grès et conglomérats du synclinal pontien : la minéralisation, plombo-cuprifère, est irrégulière, et la couche-magasin, comprise entre des marnes rougeâtres, est très mince (60 cm. à 1 m. 50) ; notons la présence, comme à Djalta, de blocs de lignite imprégnés de galène.

II. — Le brachyanticlinal du DJEBEL ABIOD (à une dizaine de kilomètres au Nord) est haché de fractures de glissement méridiennes, dans les calcaires du Campanien supérieur, à remplissage barytique ou calcitique et galène, de quelques centimètres de puissance ; la minéralisation se coince rapidement, à une vingtaine de mètres de profondeur.

III. — Les principaux gîtes de SIDI AHMED (à 7 km. à l'Est) sont localisés au pourtour de la terminaison périclinale septentrionale de l'anticlinal du Khanguet : l'association de failles directionnelles et transversales, alliées à des fractures de glissement, combinée, souvent, avec le décollement du toit des calcaires massifs campaniens, a amené la formation d'amas lenticulaires plombo-zincifères à l'intersection, en remplissage des cavités de dissolution des calcaires et en imprégnation interstitielle des marnes et marno-calcaires du toit (Maestrichtien inférieur) ; au voisinage, existent de petits gîtes de fractures en éventail, E-W, NW-SE et N 60° E.

1. — Au Nord, le groupe du GHRABA comprend :

a) Une fracture E-W dans les calcaires, atteignant 3 m. de puissance et 25 m. d'allongement, en relation, vers l'Est, avec une fracture NE-SW, reconnue sur une quarantaine de mètres, en direction et en hauteur ; le remplissage est bréchique avec galène.

b) De l'autre côté d'une petite faille transversale et à 300 m. au Nord-Est, une autre fracture analogue est visible en affleurement sur 300 m., avec le petit amas calaminaire de 200 m2 de section, environ, de la Grande Crevasse, se serrant de part

et d'autre et se résolvant, à l'aval, en filets de calcite, galène et smithsonite, reconnus sur une cinquantaine de mètres de hauteur. Un autre petit amas calaminaire se trouvait à l'intersection avec la faille-limite W.

2. — A 800 m., à l'ESE, le groupe de la DIRECTION comporte essentiellement 3 zones fracturées directionnelles, avec filets minéralisés s'épanchant dans les fractures secondaires, diaclases et entrelits. La plus importante, faille ENE-WSW, à pendage 45° SE, présentait une série d'amas calaminaires, superficiels, à l'exception de l'un d'entre eux, s'enfonçant suivant le contact anormal, entre les calcaires massifs au mur et les alternances marno-calcaires au toit, sous forme de *colonne*, à pitch NE et à remplissage de plusieurs mètres de brèche argilo-calcaire, minéralisée localement en smithsonite et galène, reconnue sur près de 150 m. de hauteur, des affleurements, cote 230, jusqu'à la cote 89 ; la section minéralisée, de 50 à 100 m² au-dessus du niveau 121, se réduit en aval jusqu'à 6 m² au niveau 89. La minéralisation est surtout zincifère, la smithsonite descend jusqu'au niveau hydrostatique primitif (cote 121), en se localisant peu à peu vers le mur calcaire, tandis que la blende est connue dès la cote 160, en imprégnations du toit marneux.

A l'affleurement, cette faille paraît relayée, vers le SW, dans le massif calcaire, par une grande faille oblique, visible sur plus d'un kilomètre, avec divers indices plombeux.

3. — A 1.500 m. au SSW, sur le flanc oriental, le groupe du BIRET est marqué, au Nord, par une faille transversale, NW-SE, à pendage 54° NE, décrochant le compartiment méridional vers l'Est et comportant une *colonne* à pitch 40° NE, à l'intersection faille et toit des calcaires massifs, avec un remplissage bréchique atteignant 10 m. de puissance. La minéralisation envahit les fissures et fractures du côté calcaire (au Sud) et imprègne les marnes et marno-calcaires au Nord : elle aurait été suivie sur 200 m. environ suivant le pitch (entre les cotes 295 et 145). A cette faille, sont associées, vers le Sud, deux fractures obliques NE-SW, à pendage NW, avec une minéralisation plombeuse.

4. — Des indices nombreux se trouvent sur la crête et au Sud du Djebel Sidi Ahmed.

IV. — A une dizaine de kilomètres, au SSW de la mine de Sidi Ahmed, au voisinage d'une ensellement du même anticlinal et dans les mêmes calcaires aturiens, se trouvent les gîtes du KHANGUET KEF TOUT qui présentent les éléments suivants :

1. — Le *grand filon*, faille N 28° E, à pendage 80° E, est plutôt une zone filonienne atteignant une quarantaine de mètres de puissance, avec filets de galène massive, s'épanouissant en certaines zones (*Grande grotte*) ; la faille, elle-même, est visible tout le long du flanc oriental du Djebel Damous, c'est-à-dire sur près de 2 km. de distance, mais la hauteur des zones minéralisées ne semble pas dépasser, dans les conditions les plus favorables, 60 à 80 m.

2. — Les *croiseurs* sont trois belles fractures de glissement, d'allure E-W, s'incurvant vers le Sud-Est, à pendage 60 à 80° N, et paraissant affecter le grand filon. La zone d'enrichissement de la Grande Grotte, se trouve à l'intersection du filon et du croiseur sud. Le croiseur central ou *grand croiseur*, est connu près de l'affleurement, à la cote 260, sur 230 m. de longueur, avec une ouverture moyenne de 1 m. 50 ; il a été reconnu sur 80 m. de hauteur.

Le croiseur septentrional (*Kef Roc*), qui s'incurve parallèlement aux précédents, est connu sur près de 200 m. de longueur et une quarantaine de mètres de hauteur, avec une ouverture de 1 m. 50 à 2 m.

3. — Associées à ces gîtes principaux, existent de nombreuses petites fractures, longitudinales (sur le flanc occidental du Djebel Damous) et obliques, E-W ou ENE-WSW, à pendage généralement N, et comportant parfois des filets de galène massive atteignant 40 cm. de puissance réduite. Les principales sont le *filon 8*, ENE-WSW,

à pendage 70° N, reconnu sur 85 m. d'allongement (à la cote 142) et une trentaine de mètres de hauteur ; la *colonne calaminaire du souk du cuivre*, ENE également, reconnue sur 35 m. en allongement et en hauteur, et les *stockwerks* de galène massive (10 à 40 cm.), E-W à NE-SW, de la carrière, au voisinage du grand filon et du grand croiseur.

4. — Vers le Nord, le grand filon est beaucoup moins net, et paraît en relation avec des failles Est-Ouest, au toit des calcaires massifs : c'est le gîte dit *de contact* qui comportait une sorte de filon-couche, à chapeaux calaminaires importants, plongeant en *colonnes* de 3 m. de puissance moyenne, passant en profondeur à un B. P. G., avec imprégnation dans les marnes du toit. Cette zone minéralisée, reconnue sur 80 m. en allongement et 90 m. de hauteur, descend au-dessous du niveau 90 ; c'est la plus basse de la mine, et, probablement, l'origine des épanchements vers le Sud, dans les calcaires.

5. — A quelques kilomètres vers le Sud, le gîte d'AIN ROUMI se trouve dans une faille oblique NE-SW, avec un important chapeau calaminaire.

A Sidi Ahmed et au Khanguet, la minéralisation est plombo-calaminaire dans les amas, et les grosses fractures, plombifère en stockwerks dans les calcaires, et galéno-blendeuse dans les gîtes d'imprégnation au contact des calcaires et des marnes et marno-calcaires du toit, ainsi que dans ces derniers.

V. — En suivant le chaînon vers le SSW, les deux flancs de l'anticlinal présentent quelques petits gîtes (*Bou Brima, Jimla, Fedj el Imam*), mais il faut aller jusqu'à la terminaison périanticlinale Sud, à une quinzaine de kilomètres du Khanguet, pour retrouver un gisement important, celui du DJEBEL BEN AMARA : c'est encore, dans les calcaires du Campanien supérieur, un réseau de fractures subverticales, en éventail, bien ouvertes en affleurement (cote 560), avec chapeaux étendus, puis, diminuant en profondeur (20 cm. à la cote 486) ; les gîtes principaux, d'allure lenticulaire, sont : le *filon de la lentille*, N 60° E, exploré sur une soixantaine de mètres de hauteur et une quarantaine de mètres d'allongement ; le *filon Espérance*, N 30° E, exploré sur une centaine de mètres de hauteur et 150 m. d'allongement ; le *filon Champetier*, N 60° E, exploré sur une cinquantaine de mètres de hauteur ; des fractures de glissement N-S et E-W sont également minéralisées.

La minéralisation est essentiellement ferro-calaminaire, avec très peu de plomb ; des indices de sulfurés (B. P. G.) ont cependant été atteints dans les niveaux inférieurs.

VI. — Dans l'anticlinal du DJEBEL SABBAH, qui s'aligne à quelques kilomètres à l'Est, les gîtes sont beaucoup plus réduits et très éparpillés : citons le *Djebel Brika* (filons obliques NNE, et fractures de glissement E-W), le *Dyr Enfeck* (filons E-W, avec enrichissement en *colonnes* à l'intersection avec une faille longitudinale : l'une d'elle, de plus d'un mètre de puissance, aurait été reconnue sur une centaine de mètres de hauteur) ; l'*Aïn Chetoua* (fractures N 60° W et N-S) ; le *Kef es Sid* (faille longitudinale en écharpe, N 30° E, avec des indices sur 500 m.). Cette zone est essentiellement plombifère (galène et surtout cérusite), et tous les gîtes se trouvent, également, dans les calcaires du Campanien supérieur.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

On a donc dans ls Amdouns, une zone très riche (anticlinal du Khanguet), à prédominance du zinc sur le plomb (3 contre 2 environ), comprise entre deux zones faiblement minéralisées, et essentiellement plombifères. On a indiqué que la zone riche est au voisinage de la grande faille de l'Oued Zouza et de ses diverticules, donc dans une région plus disloquée.

Les minerais sont essentiellement : blende et galène dans la zone sulfurée, smithsonite, cérusite et galène dans la zone oxydée ; aux environs du niveau hydrostatique, dans les *gîtes de contact*, les marnes sont blendeuses et les calcaires calaminaires. Les gangues sont : soit argilo-ferrugineuses, soit bréchiques ; la baryte est assez rare, la calcite très courante.

La BLENDE présente un faciès de remplissage de fractures, en cristaux assez gros (Sidi Ahmed ; Biret ; Djebel ben Amara), et un faciès d'imprégnation, beaucoup plus fin, dans les marnes et marno-calcaires (Sidi Ahmed ; Khanguet). Il semble, d'ailleurs, y avoir eu deux venues de blende, l'une, jaunâtre, l'autre, brunâtre.

La GALÈNE est, généralement, en gros cristaux dans les remplissages de fractures et la smithsonite, parfois en masses à cristallisation fine (Biret), ou à structure flabelliforme (Khanguet), très fine en imprégnation de marnes (Khanguet) ou dans le gîte de substitution de Sidi Embarek. A Sidi Ahmed, elle est assez argentifère (300 grammes à la tonne en moyenne).

La MARCASSITE et la PYRITE sont rares (Khanguet, Djebel ben Amara).

La SMITHSONITE est très variée, massive ou rubannée, et assez riche (35 à 40 % Zn en moyenne).

La CÉRUSITE est noire, à cristallisation généralement fine.

La BARYTE est à grosse maille, assez rare, parfois en gros cristaux (Sidi Ahmed).

La CALCITE est très répandue, en stockwerk dans les calcaires.

La venue plombifère est antérieure à la venue blendeuse : au Ben Amara, en particulier, les cristaux de galène sont moulés par des cocardes de blende.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux antiques, parfois très importants, existaient sur les affleurements plombeux de cette région, avec laverie et fonderie dans la zone Khanguet-Aïn Roumi (il y avait là une cinquantaine de milliers de tonnes de haldes et scories, qui ont été passées à la laverie du Khanguet).

I. — On n'a jamais dépassé le stade recherches dans les petits gîtes du DJEBEL ABIOD (étudié par de nombreux grattages de 1924 à 1930), et de SIDI EMBAREK (connu depuis 1901, mais étudié surtout entre 1920 et 1929, par tranchées, galeries et 7 sondages). On a extrait de ces deux gîtes, respectivement, 50 et 20 tonnes de minerais de plomb.

II. — Au DJEBEL SIDI AHMED, une série de fouilles, pratiquées, en 1890, sur les affleurements calaminaires du Ghraba et du Biret, mettaient en évidence un tonnage de 25.000 tonnes de calamine, et amenaient l'institution de la concession en 1892 : les travaux se cantonnaient bientôt dans trois quartiers principaux :

1. — *Direction de Sidi Ahmed*, à l'extrémité périanticlinale nord de la chaîne : une série d'amas calaminaires, alignés E-W, en chapeaux, étaient exploités, à ciel ouvert, de 1892 à 1897, et un amas plombo-calaminaire au toit des calcaires était reconnu en 1895, par les travers-bancs cotes 203, 157 et 137 (niveau Saint-Gabriel), puis, par descenderie jusqu'au niveau hydrostatique, cote 124, et exploité, en partie ; de 1904 à 1908, le travers-bancs Bou Zenna, d'écoulement des eaux, fut tracé sur 1800 m., vers la cote 90, avec abaissement du niveau hydrostatique, jusqu'à la cote 95 en hiver, 90 en été (la venue d'eau était de 50 à 100 litres-seconde) ; et la descenderie suivit le minerai jusqu'à la cote 89 de 1904 à 1912 ; entre temps, l'exploitation du gîte se poursuivait jusque vers 1920, et par glanages, jusqu'en 1928.

2. — Au *Ghraba*, sur le flanc ouest de l'anticlinal, l'amas calaminaire au toit des calcaires fut exploité, à ciel ouvert, de 1890 à 1898. Des recherches furent reprises sur divers affleurements (fouille 8, niveau 247), de 1918 à 1920, puis, de 1924 à 1931.

3. — Au *Biret*, sur le flanc E, la faille fut d'abord reconnue à ciel ouvert, à la cote 280, de 1890 à 1896 ; puis, exploitée par les niveaux 271, 255 et 205, avec descenderie jusqu'aux niveaux 165 et 145 (1900), 124 (1904), 110 (1908) et 91 (1910) ; l'exploitation fut achevée vers 1916, et une apophyse blendeuse, dans le toit marneux, fut alors dépilée, de 1916 à 1926, entre les cotes 130 (4 m2 de section minéralisée contre 120 m2 au niveau 113) et 108. De 1920 à 1931, des recherches furent faites dans les fractures des calcaires, aux niveaux supérieurs (cotes 285 et 265), et un petit amas plombo-calaminaire fut exploité au niveau 205.

Les minerais étaient traités dans une laverie gravimétrique, montée en 1903, et un four de calcination. La mine fut complètement abandonnée de 1931 à 1948, les travaux principaux éboulés et noyés, et la laverie fut démontée en 1947. A partir de 1948, diverses recherches furent reprises sur les anciens travaux (en particulier au Ghraba et au Biret), et en tranchées, sur de nombreux affleurements.

La production totale des gîtes de Sidi Ahmed, de 1890 au 1er janvier 1951, est de 48.000 tonnes de calamine, 20.000 tonnes de blende et 18.000 tonnes de galène environ (représentant en métal 26.200 tonnes de zinc et 10.000 tonnes de plomb). Il reste une trentaine de mille tonnes de haldes surtout calaminaires.

III. — Au KHANGUET KEF TOUT, on retrouva les gîtes du Djebel Damous dès 1883, et d'Aïn Roumi en 1885, et les travaux à ciel ouvert ayant reconnu une vingtaine de milliers de tonnes au Djebel Damous, la concession fut instituée en 1889, puis étendue sur Aïn Roumi en 1894 ; jusqu'en 1897, on procéda à l'exploitation, à ciel ouvert, des trois amas calaminaires, vers la cote 165, au toit des calcaires et en prolongement nord du grand filon.

A partir de 1894, le *Grand filon*, affleurant vers la cote 300 fut étudié par trois travers-bancs, avec allongements (cotes 257 et 214), puis, par les niveaux 181 et 159 et la galerie d'écoulement, cote 93 (1900), et l'exploitation se développa aux niveaux 306, 257, 213 et 181. L'exploitation à ciel ouvert du grand filon débuta en 1905, et se développa jusque vers 1920, par neuf gradins (niveaux 307 à 293), concurremment à l'exploitation souterraine des parties riches qui se poursuivit jusqu'en 1930. Entre temps, de 1905 à 1911, les *zones de contact* à B. P. G., au toit des calcaires, étaient exploités entre les cotes 175 et 130 (gîte de la Forge) et 126 et 83 (gîte de la Rivière) : en-dessous, la venue d'eau était trop importante pour poursuivre (plus de 20 litres-seconde).

L'amas d'*Aïn Roumi* fut exploité à ciel ouvert, de 1900 à 1911, par six gradins, puis des recherches en galeries furent ébauchées jusqu'en 1913 ; de 1921 à 1923, elles furent reprises, parallèlement à diverses recherches entre les deux gîtes, sur le flanc du Djebel Damous.

La mine fut arrêtée de 1930 à 1936, puis en 1945-46 ; depuis 1936, les recherches, avec une petite exploitation, ont porté surtout sur les croiseurs, et dans la zone de contact du Kef Roc.

Les installations comportaient 6 fours à calciner et une laverie gravimétrique, installée en 1904, puis, perfectionnée, à deux reprises, en 1907 et 1937.

La production des gîtes du Khanguet, de 1888 au 1er janvier 1951, a été de 70.000 tonnes environ de calamines, 15.000 tonnes de mixtes plombo-calaminaires et 45.000 tonnes de galène (représentant 38.000 tonnes de zinc-métal et 34.000 tonnes de plomb-métal environ). Il reste une centaine de milliers de tonnes de haldes plombo-calaminaires, à 2 % Pb et 7 % Zn.

IV. — Les gîtes du DJEBEL BEN AMARA furent découverts en 1897, et les recherches, à ciel ouvert (gîte de la lentille) et souterraines (Espérance), ayant démontré un tonnage de 10.000 tonnes de calamine riche (38 % Zn), la concession fut instituée en 1900. L'exploitation à ciel ouvert se poursuivit sur les deux gîtes jusqu'en 1910, parallèlement à la reconnaissance et à l'exploitation souterraine du gîte de

l'Espérance par 8 niveaux (entre les cotes 558 et 492), démontrant le coincement de l'amas en profondeur. En 1903, on attaqua la recherche Champetier, qui fut bientôt abandonnée, et de 1910 à 1914, de petites recherches sur les croiseurs N-S, et divers glanages.

La mine fut arrêtée de 1914 à 1920, puis on releva le niveau 5, et une petite laverie fut installée en 1923, pour traiter les anciennes haldes ; entre temps, les recherches furent reprises jusqu'au niveau 8, avec exploitation d'un croiseur calaminaire. Le travers-bancs Champetier fut repris en 1927, avec allongements aux niveaux 484, 474, 464 (60 cm. calamine), et 452 (5 à 20 cm.) : un tonnage de 4.000 tonnes de calamine fut démontré dans ce filon, mais la crise amena l'abandon de la mine en 1929. La concession fut annulée en 1948 et reprise aussitôt en permis de recherche.

Le tonnage extrait était de 55.000 tonnes, environ, de calamines, représentant 24.000 tonnes de zinc-métal (avec 100 tonnes de plomb-métal). Il y a 25.000 tonnes de haldes calaminaires.

V. — Dans le Djebel Sabbah, les gîtes, plus petits et très dispersés, n'ont guère donné lieu qu'à des travaux de recherche : au *Brika,* découvert en 1893, les travaux ont d'abord porté sur des galeries antiques et des affleurements calaminaires (jusqu'en 1906) ; ils furent repris, de 1916 à 1929, sur des fractures plombeuses (production = 600 T. minerais de plomb et 50 T. calamine).

Au *Dyr Enfeck,* des travaux plus importants ont découvert, de 1900 à 1908, un filon transversal et un filon-couche plombeux, en *colonnes,* exploité jusqu'en 1912, à partir des affleurements (cote 456), par 4 niveaux 436, 421, 417 et 403 ; en 1911-1913, un travers-bancs, cote 365, recoupa la zone minéralisée, qui fut suivie en allongement ; puis les travaux furent abandonnés, et, de 1919 à 1928, un nouveau travers-bancs (cote 337) aurait atteint le filon, et l'aurait suivi sur une vingtaine de mètres, avec 1 m. 30 de puissance (?). La production totale est de 2.600 tonnes de minerais de plomb.

Au Sud de l'anticlinal, le filon du *Kef es Sid* fut également étudié par tranchées et galeries. Tous ces travaux furent abandonnés en 1929.

Actuellement, en 1951, seul, le gîte de l'*Aïn Chetoua* est exploré par un puits d'une cinquantaine de mètres, avec 3 petits niveaux.

La production totale des gîtes du Djebel Sabbah est de quelque 1.800 tonnes de plomb-métal et 20 tonnes de zinc-métal.

On voit que la presque totalité de la production des gîtes des Amdouns, soit, en métal, 88.000 tonnes de zinc et 46.000 tonnes de plomb (sans compter l'extraction antique), c'est-à-dire, l'un des plus forts tonnages en Tunisie, provient de l'anticlinal du Khanguet Kef Tout.

FEDJ ASSENE

(Planche 11)
(Planche-photos V-4)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le massif de Fedj Assene se dresse au Sud de Ghardimaou : c'est l'un des premiers contreforts méridionaux de la plaine de la Medjerda, au voisinage de la frontière algérienne.

On accède aux installations, par une piste de 12 km., qui débouche près de la station de Ghardimaou (Tunis à 190 km.). De là, des sentiers de montagne mènent aux divers gîtes, qui sont encore à plusieurs kilomètres.

La région est très accidentée : le point culminant étant à 1.026, 800 m. au-dessus de la plaine ; les différents gîtes s'étagent entre les cotes 400 et 850. La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an ; mais les points d'eau sont peu importants. Le versant sud du massif est très broussailleux, et la prospection y est difficile.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Fedj Assene se trouve en bordure immédiate de la zone du flysch, dans l'alignement tectonique du district des Amdouns (à 70 km. au Nord-Est), mais sur l'autre bord du fossé d'effondrement de la Medjerda.

Cette région comprend deux unités bien distinctes : au Nord de la faille d'Aïn Khola, l'on est dans les formations néogènes épaisses de bordure de la plaine, au Sud, dans les chaînons crétacés de l'Ouargha, et plus précisément, sur le flanc NW de l'anticlinal de l'Oued bou Adila.

Le TRIAS, en lames extrusives, présente la brèche gypso-dolomitique, habituelle en Tunisie du Nord.

L'APTIEN apparaît au cœur de l'anticlinal : calcaires et marno-calcaires quartzifiés, avec filets minéralisés.

L'ALBIEN comprend : marno-calcaires et marnes (300 m.) ;
marno-schistes en plaquettes (500 m.) à *Mortoniceras inflatum* SOW. et *Terebratula* cf. *sella* SOW. ;
marnes et calcaires blancs en plaquettes (350 m.).

Le CÉNOMANIEN présente également 3 horizons :
calcaires blancs en plaquettes (150 m.) ;
marnes noires (150 m.) ;
calcaires siliceux rognonneux (150 m.).

Le TURONIEN a pu être séparé en deux horizons, pétrographiquement très nets :
marnes à intercalations calcaires (500 m.) ;
calcaires gris à patine blanche (50 à 100 m.) à *Inoceramus labiatus* SCHL. et *Liopistha Pervinquieri* GRECO.

Ces calcaires renferment les filons principaux du massif.

L'EMSCHÉRIEN comporte une série marneuse puissante (500 à 1.000 m.), avec niveau-repère, marno-calcaire à *Inoceramus siccensis* PERV.

L'Aturien comprend les calcaires et marno-calcaires blancs du Campanien inférieur (60 m.), les marnes et marno-calcaires du Campanien moyen (80 m.), les calcaires crayeux massifs du Campanien supérieur (60 m.) à *Inoceramus regularis* d'Orb., et les marno-calcaires et marnes du Maestrichtien et du Danien (base des marnes suessoniennes).

L'Eocène comprend le sommet des marnes suessoniennes, et quelques lambeaux de calcaires glauconieux et de glauconites, le long de la faille d'Aïn Khola.

On a attribué, avec doute, à l'Oligocène, les marnes noires à gros bancs gréseux du Djebel el Melaha ; ce serait alors le dernier jalon, en Tunisie, vers le Sud, des faciès numidiens.

Au Néogène, est attribuée la puissante série continentale compréhensive de marnes, grès et conglomérats, qui s'étend, au Nord de la faille d'Aïn Khola, jusqu'à la plaine de la Medjerda.

TECTONIQUE

L'accident majeur de toute cette région est certainement la faille d'Aïn Khola, WNW-ESE, en relation, de part et d'autre, avec des lames de Trias extrusif, et qui limite, vers le Sud, les paliers de bordure de la Medjerda. L'anticlinal crétacé de l'Oued bou Adila, présente des failles et fractures subparallèles et minéralisées, normales à la direction des plis.

Enfin, une lame triasique très mince (20 m.) court sur le flanc de l'anticlinal, à la limite de l'Aptien et de l'Albien, et semblant en concordance avec les couches crétacées, de part et d'autre (pendage 45° NW) ; elle marque certainement une faille longitudinale, mais dont on voit mal le rôle dans la tectonique de la région.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les formations néogènes, au Nord de la faille d'Aïn Khola, ne contiennent que des traces de plomb et zinc ; mais il convient d'y signaler, à quelques kilomètres au Nord, un gîte d'imprégnation arsenicale (réalgar et orpiment), dans un banc de grès néogène.

Les principaux gîtes plombo-zincifères se trouvent donc dans les formations crétacées : ce sont, essentiellement, des gîtes filoniens, dans des fractures subparallèles à la faille d'Aïn Khola, c'est-à-dire WNW-ESE, et minéralisées dans des roches favorables, c'est-à-dire les calcaires campaniens, et surtout, turoniens ; les calcaires cénomaniens et aptiens ne contenant que de petits gîtes.

I. — Au Djebel Chennkoura, une série de fractures dans les calcaires campaniens ont présenté, parmi divers indices, deux gîtes principaux : un amas calaminaire (à 35 % Zn), ENE-WSW, à pitch 70° N, reconnu sur 50 m. de largeur et 65 m. suivant la pente, avec apparition de la blende vers la base (cote 730) ; et un petit filon barytique, de 15 cm. de puissance (dont 1 à 3 cm. 5 de galène et cérusite), de même direction, à pendage 75° SW, reconnu sur 40 m. en direction et une centaine de mètres de hauteur.

II. — Le gîte d'Ain Khola est à quelques mètres au Sud de la grande faille : il comprend, essentiellement, 2 fractures subparallèles, dans les calcaires turoniens, avec enrichissement en *colonnes* : la minéralisation est, là, essentiellement formée de blende, avec galène aux épontes, et petits cristaux et enduits de réalgar ; l'affleurement du *filon Louis* présente la coupe suivante :

— marno-calcaires imprégnés de limonite.....	30 cm.
— filon bréchique à blende, galène fine et limonite.....	60 cm.
— marno-calcaires écrasés, avec substitution en blende.....	30 cm.

— marno-calcaires sillonnés de veines de calcite à cristaux de blende et plus ou moins substitués..... 1 m.
— filon à calcite, blende et galène fine..... 10 cm.
— marno-calcaires à substitution de blende et réalgar..... 80 cm.

A 600 m. vers le Sud, le filon, parallèle, du *Chabet Kohol* (à pendage 70° S-W), dans les mêmes calcaires, comporte un remplissage bréchique, uniquement plombeux (cérusite et galène).

III.— Le gîte principal de FEDJ ASSENE est à 2 km. au SSW d'Aïn Khola, dans les mêmes formations : c'est un filon analogue, N 60° W, à pendage 65° NE, de 1 à 10 m. de puissance, mais beaucoup plus oxydé : la smithsonite existe jusqu'à une centaine de mètres de profondeur, puis est associée sur une cinquantaine de mètres encore, à la blende, qui reste seule en-dessous. Là aussi il y a substitution des marno-calcaires en blende, entre les filets massifs du toit et du mur.

IV. — De petits gîtes existent encore dans les calcaires cénomaniens du *Djebel Metrif* (fracture calaminaire), et du *Djebel Aalem* (filons subverticaux de baryte et galène), et dans les marno-calcaires siliceux aptiens du *Djebel el Haouarek* (substitution en blende) et de l'*Oued bou Adila* (fractures minéralisées en limonite, quartz, cuivre, calcite et galène, et substitution de certains petits bancs en galène, blende et pyrite).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La BLENDE est noire ou brune, ferrifère (MARMATITE), en grains de 500 microns à 2 mm. (en moyenne 1 mm. de diamètre), très peu oxydée à Aïn Khola. L'imprégnation des marno-calcaires noirs turoniens est très caractéristique, sans dissolution, ni recristallisation des calcaires ; la blende y forme des amas nébuleux (100 microns à 1 mm.).

La GALÈNE est très fine (1 à 10 microns), et non oxydée dans les gîtes d'Aïn Khola ; plus grosse (1 à 5 mm.), et assez oxydée au Djebel Chennkoura et à Fedj Assene. Elle est un peu argentifère (150 grammes à la tonne, en moyenne).

La SMITHSONITE est en amas dans les calcaires campaniens du Djebel Chennkoura, et remplace la blende dans le filon de Fedj Assene, au-dessus du 8^{me} niveau.

La CÉRUSITE noire est assez abondante au Djebel Chennkoura et au Chabet Kohol.

Le RÉALGAR n'a été rencontré que dans le gîte d'Aïn Khola, soit en cristaux dans les géodes, soit en enduits dans les fissures ; il est certainement secondaire, et paraît être un indice de la présence d'arsenic dans la blende.

La CALCITE est abondante, soit seule, en stockwerks dans les calcaires et marno-calcaires stériles, soit contenant des mouches ou des filets de blende et de galène.

La BARYTE et la CÉLESTITE, à grosse maille, sont associées à la calcite dans les gîtes de Fedj Assene et du Chennkoura.

La galène est antérieure à la blende d'Aïn Khola.

La zone d'oxydation est importante dans les parties supérieures du massif (Chennkoura, Fedj Assene), pratiquement nulle dans les régions basses (Aïn Khola, Oued bou Adila).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Quelques travaux antiques existaient au Djebel Chennkoura. Le gîte d'Aïn Khola est connu depuis 1895, et le gîte de Fedj Assene a été découvert en 1896 ; dans les années suivantes, les prospecteurs ont étudié tous les petits gîtes environnants de moindre importance, et les travaux de reconnaissance se sont étendus sur les trois gîtes principaux.

I. — Djebel Chennkoura : les amas calaminaires ont été exploités jusqu'en 1908, à ciel ouvert à la cote 790, et explorés, par descenderie, jusqu'à la cote 720, où ils se coincent : un millier de tonnes de calamine, à 35-40 % Zn, a été extrait de ces gîtes, ainsi qu'une cinquantaine de tonnes de minerais de plomb, à 54 % et 41 grammes d'argent par tonne.

Le filon plombeux a été étudié et exploité, de 1923 à 1927, par 5 niveaux, cotes 869, 860, 845, 828 et 809, avec une production totale de 200 tonnes à 50 % Pb et 150 grammes d'argent ; en 1927, un travers-bancs, à la cote 768, a été arrêté avant d'atteindre la zone minéralisée.

II. — Fedj Assene : ce gîte principal a été exploité, tout d'abord, par galeries et descenderies dans le filon. De 1907 à 1909, un puits d'extraction intérieur, desservi par un travers-bancs de 200 m., à la cote 842 (3me niveau) donnait accès aux niveaux 4 à 12 (cotes 819, 802, 780, 764, 741, 729, 708, 687 et 669) ; les parties riches furent exploitées jusqu'au niveau 10. De 1910 à 1913, la mine fut arrêtée ; repris en 1914, les travaux furent remis en état, et le filon fut reconnu jusqu'au niveau 13 (cote 649). La production totale extraite du gîte était de l'ordre de 7.000 tonnes de calamine à 40 % Zn et 600 tonnes de blende à 45 % Zn.

On résolut alors de tracer un travers-bancs d'exploitation de 2.350 m. (cote 605), qui recouperait le gîte à 45 m. en aval du niveau 13 et un premier essai fut fait de 1916 à 1917, abandonné à 250 m. de l'entrée. En 1926, un deuxième travers-bancs fut lancé sur 1.250 mètres, puis tous les travaux furent abandonnés en 1930 : seul, le grand travers-bancs avait été entretenu, lorsque, en 1951, se prépare une reprise d'activité.

Le tonnage reconnu aurait été de l'ordre de 20.000 tonnes de minerais marchands. Si le filon descend jusqu'à la cote du travers-bancs, le tonnage possible serait alors largement doublé.

III. — Ain Khola : de 1894 à 1908, les gîtes du Metrif, d'Aïn Khola, d'Attarch, et du Chabet Kohol, furent reconnus par allongements reliés par puits et descenderies ; de 1908 à 1912, on passa à l'exploitation. Tous ces travaux furent arrêtés de 1912 à 1924 ; de 1924 à 1930, on reprit l'étude des gîtes d'Aïn Khola (par allongements dans les filons) et du Chabet Kohol (par 3 niveaux cotes 653, 632 et 613). Puis la mine fut, de nouveau, abandonnée jusqu'à 1936, avec une remise en état des travaux, et de 1937 à 1950.

La production des divers gîtes a été de 600 tonnes de calamine à 40 % Zn (Sidi Mammar, Metrif et Attarch), 700 tonnes de blende à 40 % Zn (Aïn Khola) et 20 tonnes à 50 % Pb (Chabet Kohol). Les réserves reconnues seraient de l'ordre de 3.000 tonnes de minerais marchands.

La production totale, en métal, de tous les gîtes du massif de Fedj Assene, depuis l'origine jusqu'au 1er janvier 1951, est d'environ 4.500 tonnes de zinc et 150 tonnes de plomb. C'est un domaine minier de grand intérêt, mais dont la mise en valeur est encore gênée, par les difficultés d'accès aux divers gîtes connus, et de prospection au Sud du massif.

CHAPITRE III

SOUS-ZONE SEPTENTRIONALE DE L'ATLAS TUNISIEN

Cette unité tectonique correspond, en partie, au sillon tunisien, en partie aussi, à la région des *écailles éocènes*. Cette sous-zone s'étend, en Tunisie, sur une trentaine de kilomètres de largeur moyenne et sur près de 200 km. en direction, de Bizerte à la frontière algérienne. Elle comprend deux alignements principaux, marqués par des jalons triasiques importants, qui paraissent dériver tous les deux, de la lame de Djalta au Nord-Est avec les gîtes du *Djebel el Grefa*, et de *Graria*, au voisinage : le premier comporterait les gisements principaux de *Sidi bou Krim*, *Bazina*, *Tabouna*, *Chara*, *Hallouf*, *Sidi bou Aouane*, *Touireuf*, *Sakiet* et *Koucha* ; le second ceux du *Semene*, *El Haouaria*, *Djebba*, *Nebeur* et *Zag et Tir*.

Ils sont séparés, au Sud-Ouest d'El Grefa, par une étendue de 10 à 20 km., le premier alignement étant lui-même à une douzaine de kilomètres au Sud-Ouest de l'alignement de bordure, étudié dans le chapitre précédent.

Tous les types de gisements sont représentés dans cette zone, mais leur caractéristique commune est qu'ils sont essentiellement plombifères (à l'exception de Sakiet-Koucha).

DJEBEL EL GREFA

(Planche 12)
(Planche-photos IV-1 et 2)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce district comprend les mines de *Safsaf*, *Djalta* et *Gheriffa*, groupées sur les premiers contreforts des Hedil, au-dessus de la plaine de Mateur.

Les installations actuelles, au voisinage du gîte principal (carrière de Djalta), sont situées à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de Mateur et à 500 m. au Sud de la station de Djalta, sur la ligne Bizerte-Tabarka (Bizerte à 50 km., Tunis à 82 km.). On y accède par une bonne piste, qui débouche sur la route N° 7.

Le relief est encore peu accentué : les gîtes s'étagent de la cote 60 (Safsaf) à la cote 250 (Gheriffa). On est à la limite des zones cultivées de la plaine et des premiers chaînons des Hedil couverts de broussailles.

La pluviométrie est relativement forte (entre 600 mm. et 1 m. par an), et la région comporte de nombreuses petites sources aux abords des chaînons calcaires. La laverie de Djalta est alimentée, en partie, par l'Aïn Ksenni, à 1.500 m. au Nord. Le niveau hydrostatique oscille entre les cotes 52 et 60 dans la région de Djalta ; à Gheriffa, il a été rencontré vers la cote 140. Les venues d'eau dans les travaux ont atteint parfois un débit de 6 litres-seconde.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebel el Grefa est le district le plus septentrional de la sous-zone des écailles : il est situé au voisinage de la lame triasique importante de cet alignement (qui bifurque à Graria, à une dizaine de kilomètres au Sud-Ouest), et au bord de la plaine d'effondrement de Mateur.

La carte d'affleurements montre : d'une part, le petit synclinal pontien de Djalta nageant sur le Trias, qui semble bien le cerner de tous côtés ; d'autre part, le petit anticlinal sénonien du Djebel el Grefa, qui paraît être un promontoire avancé dans le Trias, et presque détaché des chaînons crétacés plus importants vers le Sud. Les deux unités semblent indépendantes et nager sur un substratum triasique : cependant, si cela paraît certain pour le synclinal pontien, autour du petit dôme crétacé, le Trias s'extravase nettement, surtout au Nord.

Le Trias est constitué par une brèche argilo-dolomitique, parfois très barytique, à blocs de quartzites, de calcaires dolomitiques, d'ophites, avec cristaux de quartz et de pyrite. Il est bien développé au Nord et à l'Ouest de la structure ; vers le Sud-Est, quelques affleurements triasiques semblent cerner celle-ci et la séparer des chaînons crétacés au Sud.

La brèche et, surtout, certaines couches argilo-sableuses constituent le magasin des gîtes de Safsaf, des Kabyles et de Bou Dina.

Le Sénonien du Djebel el Grefa comporte :

— Les marnes emschériennes (C7), supposées, au Sud et à l'Est, sous le recouvrement.

— Le Campanien inférieur, calcaire et marno-calcaire.

— Le Campanien moyen, marno-calcaire et marneux.
- Le Campanien supérieur, formé de gros bancs calcaires, avec cavités et fractures transversales, minéralisées en Fe et Pb-Zn.
-- Le Maestrichtien, composé d'alternances et de la base des marnes suessoniennes

Vers l'Est, à Bir el Afou, cette formation plonge nettement sous le Trias, et, au voisinage du contact, se développe une mylonite à éléments surtout triasiques. Des lambeaux de calcaires campaniens reparaissent vers le Sud-Est et annoncent les chaînons crétacés des Hedil.

L'EOCÈNE inférieur et moyen est représenté par :
— le sommet des marnes suessonniennes, sur les flancs du Djebel el Grefa, visibles seulement dans l'oued.
— les calcaires londino-lutétiens, en lambeaux nageant sur le Trias au Nord-Ouest, et en écailles sur le flanc S du Djebel el Grefa.

Le PONTIEN est très recouvert et n'apparaît guère que grâce aux travaux miniers de Safsaf, Djalta et Bou Dina ; c'est pourquoi la carte ne donne que les limites supposées du synclinal (en pointillé). Là où il est visible, il repose nettement sur le Trias, avec par places, une zone mylonitique, à éléments pontiens et surtout triasiques.

Le Pontien lui-même est une formation lacustre à stratification entrecroisée, ce qui explique que la stratigraphie de détail ait donné des résultats assez décevants, sauf en des points limités : il s'agit d'alternances de conglomérats, à éléments de calcaires campaniens et éocènes, en galets toujours bien roulés, d'envergure très variable (de 50 microns à 50 cm., la moyenne étant de 5 à 10 cm.), dans un ciment de calcite largement cristalline (de 200 à 500 microns), et de marnes rougeâtres et grisâtres qui subsistent seules vers le sommet de la série ; la partie-magasin formée de l'ensemble des bancs ou plutôt des lentilles conglomératiques de la base a une épaisseur maxima de 50 m.

Le recouvrement devient important lorsqu'on s'approche de la plaine de Mateur.

TECTONIQUE

La lame triasique représente, sans doute, un accident longitudinal, dont on peut suivre les jalons, de part et d'autre, sur une soixantaine de kilomètres.

A l'échelle de la structure du Djebel el Grefa, les contacts triasiques sont souvent eux-mêmes marqués par une mylonite importante et le flanc sud de l'anticlinal sénonien présente une série de failles et de contacts anormaux dans le même sens. Le synclinal pontien présente des failles longitudinales ENE-WSW qui semblent en rapports avec des apophyses triasiques, bien visibles à Djalta et Bou Dina et dont l'importance est difficile à évaluer, car elles ont naturellement joué le long des lentilles conglomératiques.

Perpendiculairement à la poussée, on a : dans le synclinal pontien, une série de petites failles méridiennes (bien visibles à Bou Dina) ; et dans l'anticlinal sénonien, quelques belles fractures NNW bien ouvertes.

On a donc là les directions de fracturation principales et il est possible que la faille de l'*Etoile Bleue* et la faille *glissoir* de la carrière de Djalta, WNW-ESE, à pendage 55° N) représentent les fissures de glissement *visibles* de la structure.

Il existe, cependant, aussi de petites failles de réajustement, directes et qui semblent postérieures à la venue plombifère.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les divers gîtes, essentiellement plombeux, sont liés : d'une part, au contact périphérique du synclinal pontien ; d'autre part au contact terminal NE et aux fractures transversales de l'anticlinal sénonien.

I. — Le premier groupe comprend les gîtes de *Safsaf*, les *Kabyles*, *Djalta* et *Bou Dina* avec les types suivants :

1° Substitution, avec imprégnation interstitielle, dans la partie inférieure (conglomératique) du Pontien (Djalta-Bou Dina) ; la série-magasin exploitable a une cinquantaine de mètres d'épaisseur au maximum ; elle est limitée, au mur par le Trias (argiles dolomitiques bleues de Djalta), au toit par le banc-repère de marnes rouges, de 50 cm. de puissance, assez constant dans la zone Kabyles-Djalta.

Mais les travaux existants sont loin d'avoir suivi tout le pourtour du synclinal et se sont cantonnés à la terminaison périsynclinale (Safsaf), et au voisinage d'apophyses triasiques capricieuses (Djalta ; Bou Dina), qui semblent représenter des zones favorables, à concentration exploitable.

a) C'est ainsi qu'à DJALTA la dite zone s'enroule en croissant dissymétrique autour d'une apophyse triasique et tend à se coincer contre elle en profondeur, donnant la représentation dans l'espace d'une sorte d'écu. La section du croissant présente une branche qui s'étend sur près de 200 m. vers l'ENE, en affleurements : on avait alors, vers la cote 110, une section minéralisée de 23.000 m^2 ; elle passait à 9.250 m^2 au niveau 86 et 7.000 m^2 au niveau 71. En dessous, elle diminue encore mais n'a été reconnue autrefois que dans sa partie riche : celle-ci était de 870 m^2 au niveau 52, 400 m^2 au niveau 37 et 120 m^2 au niveau 29 ; elle se serait réduite au niveau 16 à un seul banc conglomératique minéralisé, de 30 à 80 cm. de puissance (à 4,5 % Pb).

b) A BOU DINA (à 650 m. à l'WSW de Djalta), la minéralisation est encore plus irrégulière : elle est connue sur une trentaine de mètres de hauteur et s'étend sur près de 200 m. en direction WSW-ENE, en trois zones séparées par de larges intercalations stériles, les deux premières présentant des sections minéralisées de 1.500 m^2 au niveau 145-150.

Ce quartier est recoupé par une faille longitudinale à pendage sud, qui s'infléchit brusquement vers le Sud, de part et d'autre du gîte.

2° Substitution et imprégnation dans la mylonite de contact du Trias et dans des couches argilo-sableuses du Trias lui-même, mais toujours au voisinage du contact (*Safsaf*, *Kabyles*, *Bou Dina*).

a) A SAFSAF, la zone minéralisée s'étend, peu régulièrement, sur près de 200 m. en direction ENE : elle comprenait quatre couches, plus ou moins lenticulaires, subhorizontales dans la partie orientale, avec diverses ondulations, et plongeant à 25° vers l'Ouest : les affleurements étaient vers la cote 55 et les deux couches inférieures ont été suivies jusqu'à la cote 14. La largeur atteignait 25 m., en certaines plateures et la puissance des couches variait de 0 à 2 m. 50, avec des lentilles de scheidage en certains points.

b) Aux KABYLES, à 1 km. environ vers le SW (et au voisinage du gîte de Djalta), il s'agissait aussi, essentiellement, d'une couche ENE-WSW (c'est-à-dire en direction longitudinale), à pendage 45° N, reconnue sur près de 150 m. de longueur, avec zones riches en *colonne*, à pitch NE, atteignant une soixantaine de mètres d'allongement et 6 à 7 m. de puissance (dont 50 cm. de cérusite de scheidage au mur) dans la partie médiane (au niveau 89). L'affleurement était vers la cote 110, et le gîte a été suivi jusqu'à la cote 0, mais avec une diminution notable en allongement (75 m. au niveau 37, 50 au 16 et 25 au 0) et en section (62 m^2 à 13 % Pb au niveau 0). La gangue, d'abord argileuse, devenait surtout barytique au-dessous du niveau 52.

c) A BOU DINA, à 700 m. à l'WSW, au voisinage des gîtes du Pontien, existe dans le Trias, une quatrième zone minéralisée, encore mal connue.

3° Petits gîtes de fractures peu conséquents, au voisinage du contact (*Safsaf*, *Djalta*).

II. — Le deuxième groupe, beaucoup moins important, comprend les gîtes de *Bir el Afou*, du *Signal 245* et de *Gheriffa*, avec les types suivants :

1° Substitution dans la zone mylonitique de contact du Trias : à BIR EL AFOU, à 400 m. au SW de Bou Dina, le Trias est littéralement couché sur les marnes suessoniennes, et la zone minéralisée paraît se cantonner au voisinage de ce contact. Elle est très irrégulièrement disséminée sur une section de 5.000 m² environ, dans l'état actuel des travaux.

2° Gîtes filoniens, avec remplissage de cavités, dans les fractures bien ouvertes, subverticales, des calcaires campaniens.

a) Au SIGNAL 245, à 700 m. au SW de Bir el Afou, il s'agit d'une fracture de glissement méridienne, subverticale, minéralisée en calcite, galène et cérusite.

b) A GHERIFFA-FER, à 250 m. au SW, on a de véritables amas limonitiques de remplissage de vides : le principal a été reconnu sur une quarantaine de mètres de hauteur, avec une section moyenne de 750 m². Un autre, à 150 m. à l'WSW, a été suivi par un puits de 15 m., qui a trouvé une grotte tapissée de calcite (de 100 m³) ; au delà, l'épaisseur du minerai de fer s'est réduite à 40 cm.

c) A GHERIFFA-OUEST, à 500 m. au SW, il s'agit d'un réseau de fractures, subverticales, NNW-SSE, minéralisées en calcite, limonite, smithsonite et cérusite. L'affleurement présentait deux petits amas calaminaires d'une quarantaine de mètres carrés de section ; à une douzaine de mètres de profondeur, l'un d'eux passait à une *colonne* surtout plombeuse, à pitch 45° NW, de 40 cm. à 1 m. 50 de puissance, à remplissage d'argiles ferrugineuses avec boules de cérusite. Cette minéralisation, très irrégulière, a été suivie sur une vingtaine de mètres en direction, et sur près de 250 m. suivant le pitch, entre les cotes 249 et 133 : dans les 40 derniers mètres, on avait un minerai mixte (cérusite et smithsonite), avec une puissance moyenne de 20 cm.

En résumé, le district minier du Djebel el Grefa s'étend sur près de 4 km. en direction, avec : d'une part, dans la partie orientale, des gîtes de substitution conséquents dans les conglomérats pontiens, la mylonite du contact et la brèche triasique au voisinage ; d'autre part, de petits gîtes de fracture, dans les mêmes formations et dans les calcaires campaniens de la partie occidentale.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

C'est le gîte de substitution dans les formations pontiennes qui est le plus important (dans l'état actuel des travaux). Le minerai très fin, très oxydé, comporte uniquement de la galène et de la cérusite ; la gangue est généralement la calcite du ciment des conglomérats.

La GALÈNE se présente :

— soit en fine dissémination dans le ciment de calcite des conglomérats, en dispersions ou en nuages (de 1 à 10 microns), toujours très altérée en cérusite.

— soit, de préférence, autour des galets, suivant une bande de 200 à 500 microns d'épaisseur ; toujours dans le ciment, mais se substituant parfois très superficiellement, sur quelques microns, à la calcite fine du galet ; elle est beaucoup moins oxydée.

— soit en tapissage de fractures subverticales : la galène, très altérée en cérusite, est en faciès zonés avec calcite et baryte. Ces fissures, assez rares, pourraient indiquer une voie d'accès de la minéralisation.

— soit, plus rarement, en filet de 10 à 20 mm. dans les marnes bleues ou, accidentellement, en imprégnations dans les fibres de morceaux de bois charbonnés.

La CÉRUSITE est toujours secondaire, formé *in situ*, et contient toujours des résidus de galène, sauf lorsqu'elle est déposée, avec de la calcite de remaniement, dans de minces fissures ; là, il a pu y avoir un léger transport.

La PYRITE existe seulement en grains de 50 à 400 microns dans les marnes bleues du Pontien et doit être d'origine sédimentaire.

La CALCITE semble être une calcite de remaniement (à partir des calcaires campaniens et éocènes).

Le QUARTZ est très rare ; certains calcaires cependant sont imprégnés de CALCÉDOINE.

Enfin, la BARYTE n'existe que dans certaines zones bréchoïdes et dans les fractures, sous forme fibroradiée, de faciès très épithermal.

En résumé, on observe une substitution de galène fine (1 à 100 microns) à la calcite, avec imprégnation du ciment argileux des conglomérats ; une oxydation profonde à 90 % de cette galène en cérusite ; enfin, une fissuration postérieure, avec dépôts de calcite et cérusite. La substitution dans la brèche de contact et dans la brèche triasique au voisinage est du même ordre mais moins étendue et le minerai est presqu'exclusivement formé de cérusite.

Les filons de Gheriffa comportent de la Galène altérée en Cérusite dans une gangue de Calcite et une SMITHSONITE grise, assez riche (38 %).

La LIMONITE est brune (à 51 % Fe et 2 à 5 % Si O_2), formée de *gœthite* et *stilpnosidérite*.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Ce district minier a été découvert à la fin du siècle dernier et a donné lieu à l'institution de trois concessions ; Safsaf, El Grefa et Gheriffa.

I. — SAFSAF. — A la suite de tranchées, vers la cote 55, sur un affleurement calaminaire, fut découvert, en 1900, un gîte plombeux, d'abord suivi en descenderie, puis exploré par 2 puits de 30 m. avec 2 niveaux — 15 et — 28, sur une centaine de mètres de longueur. Ces travaux ayant mis en évidence un tonnage tout-venant de 10.000 tonnes environ, la concession fut instituée en 1902. Le gîte, aménagé par une descenderie, à partir de la cote 49 jusqu'aux niveaux 36, 30, 23 (galerie de roulage Dante, dite — 28) et 11, fut alors exploité dans ses parties riches, en 1903.

De 1905 à 1910, une exploitation plus méthodique fut instaurée, grâce à une série de puits et un puits d'extraction principal de 52 m. En 1909, avait été installée une petite laverie, et le gîte était dépilé par la descenderie Fiévée, jusqu'à la cote 14 (à la limite de la concession, paraît-il). En 1910, des recherches au niveau — 49 (cote 2) sur 115 m. d'allongements à l'aval du gîte, restèrent sans résultat et la mine fut abandonnée en 1911. La production s'élevait à 4.200 tonnes de cérusite à 58 % Pb.

Signalons que le concessionnaire d'El Grefa a recherché, de 1917 à 1922, le prolongement de ce gîte vers l'Ouest, par la *descenderie de Safsaf* (cote 58) et le niveau 14, qui n'a recoupé que quelques indices peu importants.

De nouveaux travaux à ciel ouvert sont en cours, depuis 1950 : un décapage, de 125 m. sur 8 m., a retrouvé quelques points minéralisés, qui vont être suivis en profondeur.

II. — EL GREFA. — Les divers gîtes de cette concession (Djalta ou gîte n° 1 ; Kabyles ou gîte N° 2 ; Bou Dina ; Bir el Afou) étaient repérés dès 1898, mais les recherches se concentrèrent alors sur la zone principale (Djalta), dont les affleurements (entre les cotes 120 et 107) furent décapés par 5 grandes tranchées. La concession fut instituée en 1902 et une laverie gravimétrique installée en 1904.

De 1902 à 1910, l'exploitation fut cantonnée au gîte de substitution dans le Pontien (dit n° 1 ou Djalta), à ciel ouvert par 3 carrières (vers la cote 110), avec des recherches aux niveaux 98, 86 et 71. Mais, malgré le tonnage important reconnu, les résultats furent décevants, en raison de la teneur et de la nature du minerai, ainsi que du mauvais rendement de la laverie.

On se rabattit alors sur le gîte des Kabyles ou n° 2, reconnu, en 1909, par la tranchée des Kabyles (cote 107), puis au niveau 89, à partir du T. B. des carrières, cote 86, et par la descenderie 2311 jusqu'au niveau 71. De 1910 à 1912, l'exploitation se développa à ciel ouvert par les gradins, cotes 118, 114, 106 et 89. En 1911, la descenderie fut foncée jusqu'à la cote 55 et les recherches poussées aux niveaux 71 et 63, avec exploitation souterraine entre les cotes 70 et 89. De 1912 à 1919, grâce à la grande descenderie des Kabyles, foncée de la cote 89 à la cote 0, avec les niveaux 52, 37, 16 et 0, l'exploitation fut poursuivie jusqu'à la cote 16. Les recherches en aval ayant rencontré des indices riches, mais limités, ce quartier fut abandonné en 1921 (signalons une petite reprise de l'abatage à ciel ouvert, au-dessus du niveau 90, et des recherches à ce niveau, en direction W, de 1925 à 1927).

Le gîte n° 1 fut alors repris, à partir de 1922, au moyen d'une exploitation souterraine des zones riches, entre les cotes 89 et 98 ; jusqu'en 1926, les recherches aux niveaux 86, 80, 71 et 52 permirent de découvrir vers le Sud une deuxième bande riche, qui fut exploitée souterrainement entre les cotes 71 et 86 et à ciel ouvert au-dessus.

Notons les premiers essais de flottation en 1924 et l'installation d'un petit atelier d'appoint à la laverie en 1926.

L'exploitation passa alors aux tranches 52-71 (1925-1927), puis 37-52 (1927-1929) et les recherches, en même temps, aux niveaux 37 et 16 ; en 1929-30, une petite zone minéralisée fut dépilée entre les cotes 42 et 25. A partir de 1928, la zone pauvre du gîte, au voisinage du contact, fut reconnue par quadrillage de galeries aux niveaux 98, 86 et 71.

On installa alors la flottation, avec une centrale d'appoint, en 1929-30, et l'on passa au traitement des schlamms et des stériles, mais la crise amena l'arrêt des travaux.

Depuis 1937, l'exploitation mécanisée du gîte n° 1 s'est développée jusqu'à nos jours, à ciel ouvert, par les gradins cotes 109, 98, 86 et 60, pendant que les recherches s'étendaient vers l'Ouest aux niveaux 98, 86, 71 et 52.

Au 1er Janvier 1951, le tonnage à la vue était d'environ 300.000 tonnes de tout-venant à 6 % Pb.

Depuis 1945, la zone de Bou Dina était aussi prospectée par quadrillage de galeries, aux niveaux 160, 150, 145, 120 et 100 : l'exploitation à ciel ouvert est en cours, depuis 1950, par 2 gradins, cotes 152 et 145.

Enfin, la zone de Bir el Afou, qui avait été l'objet de petits travaux en 1911, a été partiellement étudiée en 1948.

Les réserves de ces deux secteurs sont actuellement de l'ordre de 130.000 tonnes de tout-venant.

Au 1er Janvier 1951, le tonnage total extrait de la concession d'El Grefa, c'est-à-dire des gîtes 1 et 2, est d'environ 75.000 tonnes de minerai marchand, à 59 % Pb.

III. — GHERIFFA. — Dès 1899, les affleurements calaminaires étaient décapés à la cote 249, et recherchés au niveau 236, qui rencontra, alors, le gîte plombeux, suivi en descenderie, puis recoupé au 2me niveau (cote 218).

La concession fut instituée en 1902 et on installa un four de calcination et un plan incliné.

De 1902 à 1905, les amas calaminaires furent dépilés à ciel ouvert et les recherches se développèrent en aval, aux 3me et 4me niveaux (cotes 196 et 172), avec une

descenderie de 56 m., sous le dernier niveau, en 1908. La mine fut abandonnée de 1909 à 1923. Puis l'on procèda au glanage des anciens remblais et des zones pauvres à tous les niveaux ; en 1926, la descenderie fut poursuivie jusqu'à 104 m. (cote 133). Tous ces travaux sont arrêtés depuis 1927 : ils ont produit 1650 tonnes de calamine à 34 % Zn et 2.000 tonnes de cérusite à 45 % Pb.

L'amas ferrugineux, qui affleure vers la cote 210, a été reconnu, en 1937-38, par un travers-bancs, cote 180, avec recoupes et 2 puits de 10 m. (100.000 tonnes de minerais) ; un début d'exploitation à ciel ouvert, en deux gradins, a produit 12.000 tonnes à 50 % Fe, en 1939-40.

La production, en plomb-métal, de l'ensemble du district s'élève, au 1er Janvier 1951, à 49.000 tonnes environ.

Actuellement, l'ensemble de ce secteur constitue un seul domaine minier.

Travaux consultés

Rapports inédits de MM. Lougnon, Danloux-Dumesnil et J. Balcon.

GRARIA - SIDI BOU KRIM

(Planche 13)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce petit district se trouve dans la partie centrale des collines des Hedil, entre Mateur et Beja. La région est mal desservie par des pistes muletières, de plusieurs kilomètres, à partir de la route N° 7 de Tabarka à Tunis, et de la station de Jefna, pour Graria (Tunis à 92 km.), et à partir de la route de Bazina, et de la station d'El Aouana, pour Sidi bou Krim (Tunis à 102 km.).

Le relief est assez découpé par des oueds profonds, formant des dénivellations brusques, de 150 à 200 m. au-dessous de petits plateaux, situés vers 400 m. d'altitude. Les gisements affleurent vers les cotes 380 (Sidi bou Krim) et 250 (Graria). La pluviométrie est relativement forte, de l'ordre de 700 mm. par an.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Cs gîtes sont situés sur l'alignement d'El Grefa (à une quinzaine de kilomètres au Nord-Est), à peu près à la hauteur de la bifurcation Bazina (à une dizaine de kilomètres à l'Ouest) et Semene (à quelques kilomètres au Sud). Cet aspect est bien marqué par une lame triasique importante, en bordure de chaînons anticlinaux sénoniens, et surmontée de petits plateaux éocènes.

Le Trias est constitué par la brèche argilo-dolomitique habituelle dans cette région, c'est-à-dire très peu gypseuse, à éléments de calcaires dolomitiques noirs, de cargneules, et d'ophites à épidote et oligiste. La zone mylonitique de bordure est le magasin des gîtes de Sidi bou Krim.

L'Aturien est représenté par sa partie moyenne (alternances de marnes et de marno-calcaires de l'Oued es Sakka) et surtout supérieure (calcaires blancs massifs, avec les gîtes de fractures de Graria).

Les marnes suessoniennes, qui représentent le Crétacé supérieur et l'Eocène inférieur, sont généralement recouvertes d'éluvions.

Le Londino-Lutétien comporte des calcaires et marno-calcaires gris, bien lités.

Le recouvrement est général sur les zones marneuses (éluvions et éboulis calcaires).

TECTONIQUE

L'accident majeur est évidemment la lame triasique, qui s'étend dans cette zone sur plusieurs kilomètres de largeur, et dont on voit s'amorcer la bifurcation, dans la région de Sidi Amor bou Zitouna, au Sud de la carte.

Au voisinage, les chaînons calcaires sont souvent bordés de failles longitudinales parallèles, et découpés par de nombreuses failles transversales, à faible rejet. Quelques fractures de glissement sont apparentes, dans les calcaires campaniens de Graria.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — GRARIA

C'est une série de petits gîtes filoniens, essentiellement calaminaires (avec remplissage de vides), dans les calcaires campaniens.

1° *Sidi Ali bou Kouche.* — Fractures de glissement, ENE-WSW, avec un petit amas insignifiant.

2° *Oued es Sakka.* — C'est le gîte principal de Graria : réseau de fractures subor-thogonales, N 50° E et N 40° W, de 10 à 30 cm. d'ouverture, avec, à l'intersection, des amas de 50 cm. de puissance réduite moyenne (l'un d'eux atteignait 6 m.). En direction et en hauteur, la minéralisation est très irrégulière, en chapelets ; une fracture a été suivie sur 250 m. de longueur, mais les recherches en profondeur semblent indiquer un coincement général, à une vingtaine de mètres au maximum.

3° *Hamria.* — Petite fracture, NNE-SSW, reconnue sur une trentaine de mètres d'allongement, et une dizaine de mètres de hauteur.

II. — SIDI BOU KRIM

Il s'agit de gîtes d'imprégnation calaminaire, dans la zone mylonitique de bordure du Trias, au voisinage d'un toit de marnes grises (probablement suessoniennes).

1° Les travaux du *groupe principal,* au Nord de l'Oued et Touil, ont mis en évidence une zone minéralisée, NW-SE, à pendage de 10 à 30° NE, d'une section de 1.800 m2 au ciel ouvert (cote 360), et 480 m2 au niveau 345 ; le niveau 307 est resté dans le Trias stérile, et il semble que la minéralisation est limitée, en profondeur, vers la cote 340. Cette zone comporte plusieurs bandes plus riches (25 % Zn), de 20 cm. à 1 m. de puissance, alignées dans des argiles à basse teneur (10 %).

2° Un deuxième zone, encore plus pauvre (5 % Zn), a été reconnue au Sud de l'Oued et Touil, dans les mêmes conditions de gisement.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Ce district est essentiellement zincifère, et la minéralisation y est très oxydée.

La GALÈNE est accidentelle dans les gîtes de Graria.

La SMITHSONITE constitue le seul minerai marchand ; elle est : soit en blocs compacts, brun rougeâtre, à grains fins, assez riche (36 % Zn), dans des argiles ferrugineuses à Graria ; soit, en bandes jaunâtres terreuses (à 25 % Zn), dans des argiles faiblement calaminaires, à Sidi bou Krim.

La gangue est généralement argileuse, avec de la CALCITE blanche, à Graria, et de la CÉLESTITE, en petits cristaux, à Sidi bou Krim.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — GRARIA. — Découverts en 1901, ces gîtes ont donné lieu à trois groupes de travaux :

1° A *Sidi Ali bou Kouche,* des recherches, par réseau de galeries et puits central de 20 m., amenèrent l'institution d'un permis d'exploitation en 1904 ; un four de calcination fut installé et une petite exploitation souterraine produisit 138 tonnes de calamine calcinée (à 37 % Zn), de 1904 à 1907.

2° Au *Djebel es Sehra* (Hamria), l'affleurement fut décapé, puis exploré par 2 puits et un travers-bancs. Ces travaux, arrêtés en 1905, furent repris en 1925, sans grand résultat : ils n'ont guère produit qu'une centaine de tonnes de minerais.

3° Le gîte principal de l'*Oued es Sakka*, exploré par une série de tranchées, donna lieu à l'institution de deux permis d'exploitation, en 1902 et 1903. Deux fours à cuve furent installés, et les petits amas calaminaires dépilés à ciel ouvert. De 1904 à 1914, de nombreuses recherches en galeries furent effectuées, avec exploitation des fractures rencontrées : galerie du Puits (cote 233) ; travers-bancs du Four (cote 212) ; galeries Joseph (cote 227) et Joséphine (cote 231, à une quinzaine de mètres au-dessous de la grande tranchée de dépilage de l'amas principal). Tous ces travaux, associés à des puits de recherche, ont démontré le coincement des fractures en profondeur. De 1924 à 1927, ils furent tous repris, sans résultat notable. La production totale de ce gîte s'élève à 5.700 tonnes de calamine calcinée, à 44 % Zn.

L'ensemble des gîtes du Graria a donc produit 2.600 tonnes de zinc-métal.

II. — SIDI BOU KRIM. — Cette zone, découverte en 1904, fut étudiée par une série de tranchées, de petits puits et de sondages. De l'autre côté de l'Oued et Touil, en 1906, 2 galeries et une tranchée reconnurent le gîte secondaire, mais cette seconde zone fut vite délaissée. Le permis d'exploitation fut institué en 1907, et les zones les moins pauvres furent dépilées à ciel ouvert et par une descenderie de 50 m., avec triage sur place : jusqu'en 1914, furent ainsi produites 2.400 tonnes de calamine à 27 % Zn.

La mine fut abandonnée de 1914 à 1925, puis les carrières de la Perdrix (cote 360) et du Chantier Sud (cote 375) furent remises en état, et un essai de traitement tenté, sans résultats, tandis que des recherches importantes étaient mises en train : les travers-bancs n° 1 (cote 326), 2 et 3 (cote 307) et la galerie sud (cote 357) ; divers puits de reconnaissance, avec niveaux 345 et 330, déterminaient l'allure du gîte de la Perdrix, (40.000 tonnes à 14-15 % Zn) ; tandis que la poursuite du travers-bancs n° 2, jusqu'à 490 m., avec une recoupe vers l'aplomb de la carrière, démontrait que le gîte ne descendait pas.

La crise amena l'arrêt des travaux en 1930, et le second permis d'exploitation (institué en 1927) fut annulé en 1942.

Le district Graria-Sidi bou Krim n'aura donc guère produit que 3.250 tonnes de zinc-métal, environ.

BAZINA

(Planche 14)
(Planche-photos VII-1)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Bazina se trouve en bordure d'un plateau de la région assez accidentée et sauvage des Hedil, entre Beja et Mateur. On accède à la mine, par une bonne piste de 12 km., qui se poursuit jusqu'à Tabouna, et qui part de la route N° 7, à la station d'El Aouana sur la ligne Tabarka-Mateur (Bizerte à 70 km., Tunis à 102 km.).

Aux environs immédiats, le relief est peu marqué : le plateau est à 400 m. environ, l'Oued er Rsaïssia coule en contrebas, vers la cote 320, et on y pompait l'eau nécessaire à la mine. La pluviométrie est assez forte, de l'ordre de 700 mm. par an.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le gisement de Bazina est sur une sorte d'apophyse W-E, à quelques kilomètres de la bifurcation de la lame triasique, qui souligne nettement la complexité de cette zone. Au voisinage de la lame principale se trouvent les gîtes d'El Grefa (à 25 km. au Nord-Est) et du Semene (à 10 km. à l'Est).

Le Trias de l'apophyse du Bazina est nettement déversé, vers le Sud, sur une région marneuse, traversée d'autres lames de Trias, très étroites, parallèles à la principale, et associées à de petites écailles calcaires. Au Sud, apparaît l'amorce d'un synclinal tertiaire, plus tranquille.

Le Trias extrusif est la brèche dolomitique habituelle, à blocs de calcaires dolomitiques gris, de grès phylliteux, et d'ophites à épidote, noyés dans une pâte argilo-quartziteuse. Mais certains blocs dolomitiques, au voisinage du contact sud, sont assez importants pour avoir pu constituer la roche-magasin de gîtes conséquents.

L'Aturien, largement développé dans le demi-dôme du Djebel Tabouna, à l'Ouest, est réduit, ici, à deux petites écailles, perçant au milieu des marnes suessoniennes, et accolées à des lames triasiques avancées. Il est formé de calcaires blancs massifs du Campanien supérieur et de marno-calcaires représentant le Maestrichtien inférieur.

Le Suessonien comprend les marnes noires, à blocs de dolomie rousse, formant la région intermédiaire entre le synclinal tertiaire et la lame triasique principale.

Le Londino-Lutétien est bien développé au Sud de la structure, en synclinal, avec des calcaires bitumineux à Polypiers.

Le Priabonien est, peut-être, représenté par les marnes gypseuses, qui affleurent sur le flanc sud du Djebel Menndjel.

Le Pontien occupe la partie centrale du synclinal, avec poudingue à ciment calcaire et à éléments de calcaires éocènes, marnes et calcaires lacustres à *Helix fossulata* Pom. var. *major* Pallary et *Archelix Solignaci* Pallary.

TECTONIQUE

Toute cette structure est hachée de failles longitudinales, WNW-ESE, parallèles à la lame triasique principale, qui se déverse sur les marnes, et, certainement, en relation, en profondeur, avec des apophyses de Trias extrusif, dont certaines affleurent.

Perpendiculairement à la poussée, certains décrochements du massif de Trias sont dus probablement à des failles NNW-SSE, et il existe aussi des fractures de glissement, non visibles dans les marnes, mais provoquant certaines apophyses du contact triasique.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Bazina est le seul gîte plombifère de quelque importance, en Tunisie, qui se trouve franchement dans le Trias. Certains gîtes du Djebel el Grefa (dans la même lame triasique) semblent analogues, mais leur développement n'est pas encore démontré (Bir el Afou), à l'exception peut-être, du gîte des Kabyles ; quoiqu'il en soit, à El Grefa, le gîte principal est dans le Pontien et la mylonite de contact (tout au moins dans l'état actuel des travaux).

A Bazina, d'ailleurs, le contact des marnes suessoniennes n'est jamais très éloigné, puisque celles-ci ont constitué, en certains cas, le mur du gîte, et que la lame triasique est très déversée sur les marnes. On a, là, une série de blocs dolomitiques, plus ou moins importants, alignés de façon peu régulière, sur la bordure méridionale du massif triasique ; les principaux semblent, cependant, plonger vers le SW.

La minéralisation y est uniquement plombeuse (galène, avec un peu de cérusite dans les parties hautes) dans une gangue de baryte, célestite et strontianite. C'est une substitution dans la brèche dolomitique, avec des filets de scheidage, en stockwerk dans de nombreuses fractures très irrégulières, sauf peut-être dans le gîte I, qui a présenté plusieurs zones d'enrichissement E-W, à pendage 45° S.

Ces blocs sont donc noyés dans la brèche triasique, et la plupart se trouvent au-dessus du niveau — 33, à l'exception du gîte I, qui descend jusqu'au mur marneux, à 73 m. ; du gîte III Sud, qui descend au contact des marnes, jusqu'à 60 mètres, environ (avec 1.800 m^2 de section au niveau — 43, et 1.000 m^2 au niveau — 53, à 12-15 % Pb) ; et surtout du gîte IX, dont on ne connaît pas la base, mais qui a été exploité jusqu'au niveau — 110 (là, un puits de 3 m. 50 fait dans la recoupe sud, est resté dans le minerai).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à cristallisation fine, assez peu oxydée et peu argentifère (10 grammes par tonne).

La CÉRUSITE, noire, très finement cristallisée, n'existait guère que dans les parties hautes des gîtes. Elle a la même teneur en argent que la galène.

La CÉLESTITE constitue la gangue principale : elle est à grosse maille (avec, parfois, des géodes de magnifiques cristaux) ; elle est accompagnée de STRONTIANITE et de BARYTE blanche.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les premiers indices minéralisés furent découverts au Bazina en 1899, et explorés, jusqu'en 1902, par tranchées, galeries et puits : il s'agissait du gîte I, et, à la

suite de ces reconnaissances, la concession fut accordée en 1903. Au cours des années suivantes, furent découverts les gîtes II, III et V, et l'exploitation se fit, à ciel ouvert, par 3 carrières, et, souterrainement, par le niveau de base — 33 : seul le gîte I descendait plus bas.

Une première petite laverie a été remplacée par une laverie mécanique en 1911.

A partir de 1912, on commença les recherches au-dessous du niveau — 33, par un puits intérieur, jusqu'à la cote — 68, et par une campagne de sondages, et l'on découvrit les gîtes IV, VII, VIII et IX.

Jusqu'en 1924, on termina l'exploitation à ciel ouvert de tous les gîtes superficiels, et on poursuivit l'exploitation souterraine des gîtes I et IX qui, seuls, descendent au-dessous du niveau — 33.

En 1925, le puits d'extraction fut poussé jusqu'à la cote — 73 ; puis, de 1925 à 1929, un quadrillage systématique de sondages permit de découvrir le gîte III Sud.

De 1925 à 1930, un grand travers-bancs fut tracé à la cote — 123 (= 320), en vue de recouper les divers gîtes en profondeur, et d'abaisser le niveau hydrostatique ; il fut arrêté à 1.162 m., à l'aplomb de la colonne I, où il n'a rien trouvé, et à 300 m. avant la colonne II.

Jusqu'en 1941, l'exploitation souterraine se poursuivit dans les gîtes I (par le puits et les niveaux — 58, — 64, — 71 et — 73) ; III Sud (par puits et descenderie, avec les niveaux — 33, — 43 et — 53 ; le niveau — 73 n'a rien recoupé) ; et IX, qui descend le plus bas (par descenderie, à partir du niveau — 73, avec les sous-étages — 85, — 98 et — 110 ; à ce dernier niveau, un petits puits de 3 m. 50, fait dans la recoupe sud, est resté dans le minerai). En 1942, le travail fut arrêté par les événements et la mine noyée.

Après la guerre, on procèda au dénoyage du gîte III sud en 1947, et l'on termina le dépilage. En 1946, une étude géophysique, suivie d'une campagne de sondages, est restée sans résultat. En 1949, on enlève quelques résidus du gîte I et la mine est abandonnée.

A ce moment, la production totale s'élevait à 61.200 tonnes de galène et 1.600 tonnes de cérusite (soit 34.000 tonnes de plomb-métal, environ) et 1.700 tonnes de célestite et strontianite (à 81 % Sr).

DJEBEL TABOUNA

(Planche 14)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Tabouna est une des collines de la région assez accidentée des Hedil, entre Beja et Mateur. La mine est reliée à la station d'El Aouana, par une piste, assez bonne, de 19 km., qui passe également à Bazina, et rejoint la route N° 7, de Tabarka à Mateur (Bizerte à 70 km., Tunis à 102 km.).

Le relief n'est pas très accentué : le Djebel Tabouna culmine à 564 m. et, au pied, coule l'Oued er Rsaïssia, vers la cote 220 : l'eau nécessaire aux installations était pompée dans cet oued, sur lequel s'élevait un petit barrage. La pluviométrie est assez forte, de l'ordre de 700 mm. par an.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Tabouna (à quelques kilomètres à l'Ouest du Bazina) paraît indépendant de la lame triasique qui affecte toute cette région.

Le Djebel Tabouna est un demi-dôme sénonien, très régulier dans sa partie méridionale, mais tronqué, vers le Nord, par une série de failles WNW-ESE, qui ne laissent subsister de l'autre partie, que quelques lambeaux, en écailles contre la lame triasique.

Les zones minéralisées sont cantonnées dans le revêtement calcaire, qui couvre le sommet et le flanc sud de la montagne.

L'Aturien (Sénonien supérieur) comprend :

— Au Nord, et dans un travers-bancs, les marnes et marno-calcaires du Campanien moyen.

— Une barre calcaire, plongeant périclinalement vers l'Ouest, le Sud et l'Est, suivant la pente de la montagne, et où se trouvent les fractures minéralisées ; c'est le Campanien supérieur (de 150 m. de puissance).

— Des alternances de marno-calcaires et de marnes représentant le Maestrichtien inférieur (le sommet du Sénonien étant la partie inférieure des marnes suessoniennes).

Le Suessonien, formé de marnes grises, affleure à la base dans l'Oued er Rsaïssia ; sur l'autre rive, il est recouvert d'éluvions et d'éboulis des calcaires éocènes, qui couronnent le Djebel el Assel, en face.

TECTONIQUE

Les accidents principaux sont des failles WNW-ESE, parallèles à la lame triasique, et qui tronquent la structure au Nord. Dans le demi-dôme lui-même, on ne voit qu'une seule faille avec rejet, NW-SE.

Mais les fractures ouvertes sont nombreuses : la plupart sont sensiblement parallèles aux failles principales, c'est-à-dire WNW-ESE à E-W, à pendage variable, mais proche de la verticale ; une seule est NE-SW, à pendage de 35° vers le NW. Enfin, il y a un réseau de fractures stériles méridiennes, perpendiculaires à la poussée. On a là nettement les 3 systèmes de fractures.

GISEMENTS ET MINERALISATION

C'est essentiellement un gîte filonien, avec fractures bien ouvertes en affleurement (avec calcite, smithsonite et cérusite), et diminuant d'ouverture en profondeur, jusqu'à ne présenter qu'un filet de calcite à une trentaine de mètres. Les chapeaux calaminaires sont très superficiels, et quelques fractures seulement ont livré des filons intéressants : la minéralisation est toujours irrégulière, formée de galène et cérusite, généralement aux épontes, ou bien en rognons dans une gangue argileuse et calciteuse.

Dans la région du Rhar ed Dbaa, ce sont des filets minces de calcite et galène dans les joints de stratification des calcaires.

Enfin, dans la région occidentale, on constate une dolomitisation des calcaires au voisinage des fractures, avec une substitution peu intense de cubes de galène isolés dans la pâte calcaire ou dolomitique.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE se présente :

— soit, dans les fractures, en filets aux épontes, ou en rognons noyés dans de l'argile.

— soit en cubes isolés dans la pâte des calcaires ou des dolomies, présentant une zone interne, à cristaux de calcite ou à plages de galène, alternées avec la cérusite, ou même vide ; à la zone périphérique se trouve un composé de plomb amorphe secondaire. Il s'agit plutôt d'un remplissage de vides d'un calcaire alvéolaire que d'une substitution vraie.

La CÉRUSITE est toujours secondaire :

— soit dans les fractures, où elle subsiste presque seule dans les parties hautes ;

— soit en lames alternées avec les plages de galène, dans la zone interne des cristaux de galène de substitution.

La SMITHSONITE est toujours superficielle, en chapeaux de filons ; polymorphe, en masses grisâtres rubannées.

La CALCITE est en grands cristaux maclés, souvent ferrugineuse.

Le CALCAIRE est à grain fin, compact ; il devient sublithographique au voisinage des fractures.

La DOLOMIE existe dans une zone de 20 à 30 cm., à partir des fractures.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

D'importants travaux romains dans diverses fractures, avaient attiré l'attention des prospecteurs, et, de 1890 à 1895, une douzaine de fractures calaminaires furent explorées, avec une production de 2.500 tonnes de calamine calcinée. Par la suite, comme la calamine était superficielle, on ne poursuivit les travaux que d'une façon sporadique, et ce n'est qu'en 1926 qu'on les reprit sérieusement pour le plomb.

De 1926 à 1930, furent effectués : la recherche ouest (cote 430), en descenderies, sur une zone de broyage minéralisée sur 3 à 6 m. de puissance et 50 m. de profondeur ; le TB n° 7 (cote 403), qui a recoupé 2 fractures ; les TB n° 6 et 6 bis (cote 342), qui ont suivi en allongements, 2 fractures ; le quartier Joseph (cotes 342 et 319), qui a étudié une fracture ; la recherche n° 5 (cote 297) sur 3 fractures ; et une série de recherches moins intéressantes vers le sommet, et sur le versant oriental de la montagne.

Par la suite, on s'intéressa surtout au quartier du Rhar ed Dbaa, où l'on a une zone de filets interstratifiés, exploités en carrière (cote 353), et reconnus par d'importants travaux, à partir des TB 1 (cotes 344 et 314) et 2 (cotes 347 et 378).

Tous ces travaux ont démontré que la minéralisation, irrégulière et disséminée, ne descendait point au-dessous d'une trentaine de mètres : ils ont permis, cependant, d'extraire, de 1931 à 1947, 4.600 tonnes de minerai marchand à 66 % Pb (galène et cérusite).

Ils sont actuellement complètement abandonnés, la laverie gravimétrique et la centrale ont été démontées, sans espoir de retour.

TRAVAUX CONSULTÉS

E. BRUET : *Thèse* (1932).

DJEBEL CHARA

(Planche 15)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Chara se trouve dans les collines du Bejaoua ; on accède aux anciennes installations de la mine, par une piste de 3 km., débouchant sur la route N° 14, de Beja à Djebel Abiod, à 10 km. au Nord de la station de Beja (Tunis à 123 km.).

La topographie de cette région est assez molle ; le sommet du Chara est à la cote 431, et le gîte principal, sur les bords de l'Oued el Kram, à la cote 267.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an; mais le massif est traversé par un oued assez important, qui coule toute l'année, augmenté à l'aval d'une grosse source, l'Aïn Tahouna (100 l/s), qui a été captée, en 1949, pour l'alimentation de Beja.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebel Chara est un dôme aturien régulier, s'enfonçant, périclinalement, de toutes parts, sous les formations tertiaires ; dans celles-ci, apparaît, cependant, au Sud-Ouest, une lame triasique extrusive, qui jalonne une apophyse de l'alignement majeur El Grefa-Thibar, en bordure de laquelle se trouve le petit district d'Aïn Grich, à quelques kilomètres à l'Est, et qui paraît se diriger vers le district Hallouf-Bou Aouane (à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest).

Le Trias est formé d'une brèche, à gros blocs de cargneules.

Le Campanien supérieur comprend les calcaires blancs crayeux, massifs, en gros bancs, à *Inoceramus regularis* d'Orb. qui constituent le dôme.

Le Maestrichtien inférieur vient au-dessus, avec des alternances de marnes et de marno-calcaires jaunâtres (50 m.).

Les marnes suessoniennes (qui représenteraient Maestrichtien supérieur, Danien et Eocène inférieur), sont généralement recouvertes d'éluvions.

Le Londino-Lutétien forme les plateaux au Nord de la carte : calcaires grenus bruns, à patine blanche (100 à 150 m.).

Le recouvrement comporte des éluvions sur les marnes, des éboulis calcaires autour des massifs, et les alluvions de l'Oued Beja, à l'Ouest.

TECTONIQUE

Le brachyanticlinal est très régulier, sauf au Sud, où l'on note un contact anormal avec les formations supérieures. La lame triasique du Djebel en Naga est l'indice certain d'un accident important, qu'on suit d'ailleurs, de part et d'autre, sur une grande distance, mais qu'il semble difficile de relier aux gîtes qui sont à 2 km. de là.

Cependant le massif du Chara est très fracturé, par un système de failles NW-SE, sur les bords du dôme, un système NNE-SSW (faille du Gardabba, visible sur 1.500 m. avec un rejet de 50 m. et accompagnée de petites fractures de glissement NW-SE) ; enfin, la fracture principale appartient à un troisième système, E-W.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — Toutes les fractures présentent, en affleurement, des indices plombo-calaminaires, qui se sont révélés, généralement, superficiels, à l'exception du FILON PRINCIPAL, E-W, à pendage 70° à 85° N, reconnu sur près de 500 m. de long, et 44 m. de hauteur, avec une puissance atteignant 2 m. 50, à remplissage de brèche à éléments calcaires, avec patates et veines de galène massive allant jusqu'à 10 cm. (souvent au mur) ; et du FILON DU GARDABBA, fracture de glissement, subverticale, NW-SE, oblique sur la faille, avec minéralisation en *colonne* (à pitch 60° SE), reconnue sur 60 m. de hauteur et 70 m. de longueur, avec une puissance moyenne de 40 cm., à remplissage argileux, avec blocs de smithsonite, et patates et filets de galène.

II. — A une dizaine de kilomètres au Sud-Ouest, se trouve le petit gîte filonien du DJEBEL DISS, dans les calcaires éocènes d'une écaille du Bejaoua : petites fractures (de 5 à 80 cm. de puissance), subverticales, NW-SE, à remplissage argilo-plombeux (cérusite) et se coinçant à une dizaine de mètres de profondeur. L'une d'elles, NE-SW, était plus puissante (3 m. de brèche calcaire à calcite et cérusite), en une *colonne* de 20 m. de longueur sur une douzaine de mètres de hauteur, stérile en dessous.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Il s'agit de gîtes filoniens peu oxydés, avec substitution rare (chantier NW du Chara).

La GALÈNE est en gros cubes (de 1 à 3 mm. d'envergure), très peu argentifère (16 à 30 grammes à la tonne).

La CÉRUSITE du Djebel Diss est noire, à cristallisation très fine.

La SMITHSONITE est polymorphe, massive, assez riche (33 %).

La CALCITE est très abondante : c'est la gangue principale.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Dès 1894, les nombreux affleurements calaminaires, qui parsèment le dôme du Djebel Chara, étaient étudiés par plus de 60 petits grattages, qui fournissaient 200 tonnes de calamine. Mais, à partir de 1896, les travaux se concentraient sur le gîte plombeux principal, qui était reconnu par 2 puits, avec 4 niveaux (cotes 267, 255, 251 et 243), avec un tonnage de près de 5.000 tonnes de minerais marchands.

La concession fut alors instituée en 1903, et une petite laverie fut installée, alimentée par l'Oued el Kram, grâce à un barrage et un canal de dérivation, passant au-dessus des travaux, et les inondant périodiquement. Jusqu'en 1909, furent poussés les traçages des niveaux 4 et 5 (cote 224), en même temps que l'exploitation jusqu'au jour. La mine fut alors noyée jusqu'en 1914, puis abandonnée en 1917.

A partir de 1919, de nouvelles recherches furent faites à l'Est, sans résultat ; de 1923 à 1928, on étudia et exploita le gîte du Gardabba, par 4 galeries, sur 60 m. de hauteur et 200 m. d'allongement ; deux puits et un petit niveau inférieur n'ayant donné aucun résultat, ce chantier fut alors abandonné. La reprise du gîte principal fut tentée de 1925 à 1928, par une descenderie et un nouveau puits de 23 m. Tous ces travaux sont abandonnés depuis 1929.

La production s'élevait alors à 8.500 tonnes de galène (soit 5.700 tonnes de métal). La concession fut annulée en 1950.

II. — Les travaux de recherches du Djebel Diss (à 2 km. au NW de Beja) ont étudié, sans succès, de 1902 à 1925, de nombreux indices : une seule fracture a été exploitée, de 1925 à 1927, entre l'affleurement (cote 370) et une galerie (cote 360), sur une vingtaine de mètres d'allongement, avec une production de 200 tonnes de cérusite ; un travers-bancs (cote 335) a recoupé la fracture stérile, et ces travaux furent abandonnés en 1927.

DJEBEL HALLOUF - SIDI BOU AOUANE

(Planche 16) -
(Planche-photos VII-3 et 4)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces deux gîtes sont à 1 km. de distance l'un de l'autre, sur le flanc sud-oriental du mamelon d'El Djebil, qui se dresse dans la plaine de la Medjerda, à une dizaine de kilomètres au Nord de Souk el Khemis : les mines sont reliées à cette station (à 134 km. de Tunis), par route et voie Decauville.

Le relief est très peu accentué : le point culminant d'El Djebil est à la cote 351, à 175 m., environ, au-dessus du niveau de l'Oued Kasseb, et les puits d'extraction principaux se trouvent aux cotes 305 et 235. Cependant, à quelques kilomètres au Nord, se dressent les falaises abruptes du Djebel bou Goutrane, à 900 mètres d'altitude.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an, et l'eau est abondante dans toute cette région ; le niveau hydrostatique primitif se trouvait vers la cote 230 au Djebel Hallouf, et vers la cote 200 à Sidi bou Aouane ; les venues d'eau sont très variables, de 5 à 50 litres-seconde (moyenne annuelle = 30 litres-seconde, au Hallouf, où les installations sont largement alimentées par l'exhaure).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce district minier, le plus important de Tunisie, est situé en bordure septentrionale de la plaine d'effondrement de la Medjerda, à une quinzaine de kilomètres au Sud des Amdouns et à peu près dans la partie centrale de cette zone surtout plombeuse, qui s'étend depuis El Grefa jusqu'à Touireuf.

Le Djebel Hallouf est l'une des boutonnières crétacées qui s'alignent en direction E-W, dans la plaine de la Medjerda, et qui appartiennent probablement à une petite ride anticlinale, cernée de formations éocènes, concordantes, ou en contact anormal ; le tout étant recouvert par places, de formations continentales, subhorizontales.

Le Trias n'est pas connu au Djebel Hallouf, mais on ne saurait douter de son existence, à une faible profondeur, dans la région de Sidi Hassene, si l'on compare cette région à la structure analogue d'Aïn el Bey, à une dizaine de kilomètres au SE, où l'on a deux pointements triasiques, au travers de formations albo-aptiennes, formant le cœur d'un petit anticlinal crétacé, et tout à fait semblables à la série de Sidi Hassene.

L'Albo-Aptien serait donc représenté par des marnes schisteuses, noires, à lentilles de quartzite, situées dans l'axe anticlinal.

On a attribué, avec doute également, au Cénomanien, la barre de calcaires noirs siliceux (30 m.) de l'Aïn Dzouïvia, par analogie de faciès. S'il en est vraiment ainsi, on a, certainement, une faille longitudinale importante, au toit de ces calcaires, car la série crétacée serait, normalement, beaucoup plus épaisse.

L'EMSCHÉRIEN est formé des marnes noires, qui affleurent sur le flanc sud du Djebil, à *Globotruncana cretacea* D'ORB. et *Globotruncana marginata* (REUSS).

L'ATURIEN comprend les calcaires blancs massifs du Campanien (150 m. d'épaisseur environ), surmontés d'alternances marno-calcaires et des marnes du Maestrichtien.

Les gîtes filoniens du Djebel Hallouf sont situés dans ces formations sénoniennes, et, surtout, dans les calcaires campaniens massifs.

L'EOCÈNE comprend : la partie supérieure des marnes suessoniennes (avec bancs lenticulaires de glauconites) et les calcaires gris massifs, à Polypiers, du Londino-Lutétien.

On a attribué au PONTIO-PLIOCÈNE, les brèches et les calcaires bréchoïdes et pisolithiques, rougeâtres ou jaunâtres, à ossements, végétaux et mollusques terrestres, qui s'étendent à l'Est du Djebil, en discordance sur les terrains crétacés et éocènes. Il est certain que la majeure partie des formations gréso-conglomératiques et marneuses (avec un banc à *Helix*, au niveau — 120) qui constituent les épontes et, en partie, le magasin du gîte de Sidi bou Aouane, appartiennent à cette série continentale.

Le recouvrement est assez étendu dans la plaine, en particulier au Sud-Est du Djebil, où il cache la zone la plus intéressante et la plus complexe de la structure. Les alluvions de l'Oued Kasseb ont une épaisseur supérieure à 50 m. (argiles rubéfiées et galets).

TECTONIQUE

L'anticlinal crétacé du Djebil paraît assez régulier, vers l'Ouest, dans l'Oued Abd el Jebbar, si l'on fait abstraction de la faille longitudinale, qui doit supprimer une partie du Crétacé ; il est très probable que la zone axiale est parcourue, à plus ou moins grande profondeur, par une lame triasique, qui n'affleurerait qu'à plusieurs kilomètres à l'Ouest et à l'Est de la structure. Celle-ci constitue l'un des paliers du fossé d'effondrement de la Medjerda, en avant de la faille majeure, qui court au pied du Djebel bou Goutrane.

Vers l'Est, l'anticlinal est tronqué par une importante faille oblique, NE-SW, qui fait disparaître successivement les formations crétacées du flanc sud ; c'est, du reste, le seul indice, sur le terrain, de cet accident, qui est recouvert sur tout son parcours, mais que l'on a, sans doute, retrouvé dans les travaux miniers, en particulier dans le quartier Furkas et la galerie d'écoulement du Djebel Hallouf.

Le filon-faille de Sidi bou Aouane, à peu près parallèle, à 200 m. vers le Sud-Est, est bien marqué, dans les travaux, par une brèche et des argiles de faille.

Ces accidents, tous les deux minéralisés, sont à 45° de la direction tectonique principale, et représenteraient, peut-être, d'importantes fractures de glissement. D'autre part, ils marquent deux effondrements conséquents vers le Sud-Est ; si nos hypothèses sont exactes, on passerait, dans cette direction, de l'Albo-Aptien à l'Eocène, puis de l'Eocène au Pontio-Pliocène.

Les failles longitudinales, E-W, sont beaucoup moins nettes, sauf au toit des calcaires campaniens, sur le flanc nord du Djebil.

Les failles et fractures transversales, d'allure générale NNW-SSE, sont particulièrement nombreuses et spectaculaires dans le chaînon campanien du Djebel Hallouf. Largement ouvertes dans les calcaires, les plus importantes se poursuivent, cependant, dans les marnes sous-jacentes.

A partir des failles principales, se forme tout un réseau de fractures secondaires, s'ouvrant en éventail : c'est ainsi que les 15 fractures connues à l'affleurement, au quartier Attilio, se résolvent en trois ou quatre, à une centaine de mètres de profondeur ; elles semblent, d'ailleurs, aussi, se réunir vers le Nord.

Les failles transversales sont nettement postérieures aux accidents longitudinaux, et même, semble-t-il, aux grandes failles obliques de Sidi bou Aouane : en particulier, le filon-faille paraît buter au Sud-Ouest, et disparaître, contre l'une d'elles.

Enfin, le quartier Attilio comporte également un croiseur important, d'allure générale WNW-ESE, bien minéralisé, avec enrichissement en profondeur, à l'inverse des autres filons, et qui représenterait peut-être la fracture de glissement nourricière du gîte.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Cette importante zone minéralisée est divisée en deux domaines miniers, qui correspondent, d'ailleurs, à deux gîtes filoniens, mais d'allure différente.

I. — DJEBEL HALLOUF

Ce sont, là, les fractures transversales dans le chaînon sénonien, qui sont largement minéralisées ; cinq zones ont été étudiées, sur une distance de près de 3 km. Ce sont, d'Ouest en Est :

1° Le QUARTIER CALAMINE, à l'Ouest du mamelon d'El Djebil, assez aberrant dans cette zone, et qui comporte une série de poches et de filets de smithsonite, à l'intersection de fractures transversales et de failles longitudinales, vers le toit des calcaires campaniens. Cette minéralisation, qui paraît assez superficielle (en l'état actuel des travaux), s'étendait de façon très irrégulière sur une section de 20.000 m2 environ.

2° Le QUARTIER OUEST, (à 1 km. à l'Est), dans la partie centrale du chaînon, présentait, à l'affleurement, deux zones filoniennes dépendant d'une faille transversale, associée à des fractures E-W.

La minéralisation, très irrégulière, s'étend sur 400 m., en direction NNW-SSE, avec certains filets de cérusite (avec blocs de mimétite) atteignant 40 cm. de puissance, mais elle semble s'appauvrir rapidement en profondeur ; les niveaux — 27 et — 56 n'ont recoupé que 2 ou 3 fractures peu minéralisées.

3° Le QUARTIER ATTILIO, à 600 m. à l'Est, constitue le gîte principal, et le plus riche du Djebel Hallouf. On avait, en affleurement, vers la cote 320, une quinzaine de fractures, bien ouvertes, à pendage général très fort (70° à 85°) vers l'Est, s'étalant en éventail vers le Sud, et dépendant d'une faille transversale, NNW-SSE, avec intersection d'un croiseur WNW-ESE (dit *croiseur du 9*) à pendage 70° Sud jusqu'au niveau — 150, à partir duquel il s'inverse (80° Nord, au niveau — 175).

Toutes sont bien distinctes, sur une soixantaine de mètres de hauteur, et certaines sont visibles, à l'affleurement, sur plusieurs centaines de mètres, avec une ouverture de 50 cm. à 3 m., et une puissance réduite très variable, pouvant atteindre 50 cm. de cérusite massive.

En fait, la plupart représentent des ramifications de 4 filons principaux, qui, seuls, s'étendent en profondeur : le *filon 1*, jusqu'au niveau — 150, s'étendait sur près de 500 m. de longueur, avec deux zones riches de 150 m., une ouverture de 1 à 4 m., et certains passages atteignant 1 m. 50 de puissance de cérusite massive (surtout au niveaux — 50 et — 100) ; le *filon 2*, connu jusqu'au niveau — 175, sur une longueur atteignant 600 m. au niveau — 100, avec certaines zones de 35 cm. de

cérusite ; ces filets s'enrichissent surtout au voisinage de leur intersection avec le croiseur ; au niveau — 75, on a eu des passages de cérusite massive atteignant 1 m. 20 ; le *filon 9*, très riche jusqu'au niveau — 80, sur une longueur de 150 m., avec une ouverture atteignant 7 à 8 m. au niveau — 70, et à peu près stérile au niveau — 100 ; le *croiseur du 9*, connu, actuellement, jusqu'au niveau — 175, sur une longueur de 200 m., une ouverture de 1 à 3 m., avec des filets de cérusite de 10 à 40 cm. de puissance ; ce dernier filon paraît s'enrichir en profondeur : entre les niveaux — 150 et — 175, il a été reconnu avec une puissance moyenne de 60 cm. (dont 30 cm. de cérusite massive, au niveau — 175).

4° Le QUARTIER PALMIER, à 700 m. à l'Est, présente, également, une série de fractures, N 40° W, en relation avec des croiseurs WNW-ESE, à pendage généralement fort vers le Nord, et étudiés jusqu'au niveau — 125, mais bien minéralisés seulement au-dessus du niveau — 100, avec une longueur moyenne de 50 m., une ouverture de 1 m. et certains passages de 20 cm. de cérusite.

5° Le QUARTIER FURKAS, à 300 m. à l'Est, est un gîte tout à fait différent, au voisinage de la grande faille oblique, dite *faille du Djebel Hallouf ;* on a là une zone bréchique, à blocs de calcaires, avec quatre *colonnes* d'enrichissement, reconnues sur une quarantaine de mètres de hauteur et plus ou moins étendues : la principale est le *Furkas II* (1.000 m² de section au niveau — 100, à 10-15 % Pb, 1.400 m² à 20 % au niveau — 126) ; cette zone a été reconnue, en profondeur, jusqu'au niveau — 150. La cérusite est accompagnée de pyrite.

La minéralisation, au Djebel Hallouf, est presqu'uniquement plombeuse (à l'exception du quartier calamine, de traces de blende, de mimétite dans le quartier central, et de la pyrite des Furkas) et très oxydée (80 % de cérusite) ; les fractures ont, dans les calcaires, un remplissage argileux, avec blocs calcaires et filets de cérusite noire dans une gangue de calcite ; lorsque la fracture arrive dans les marnes, l'argile disparaît, et l'on voit de simples filets de cérusite et calcite. Souvent, des bandes de cérusite massive se trouvent aux épontes et la partie centrale du filon est formée d'argile rougeâtre, renfermant de nombreuses *patates* de minerai.

II. — SIDI BOU AOUANE

Le gîte principal est un énorme filon-faille oblique, NE-SW, subvertical (le pendage oscille à 80°, de part et d'autre), limitant un palier de la fosse d'effondrement Kasseb-Medjerda, à épontes variées difficiles à identifier : le gîte est, certainement, au voisinage d'un chicot de calcaires et marno-calcaires glauconieux éocènes, probablement cerné de formations continentales récentes, très épaisses (plus de 150 m.), comportant des calcaires, des argiles, des grès sableux et des conglomérats, toutes ces roches pouvant servir de magasin.

La faille, elle-même, reconnue, en direction, sur plus de 500 m. et sur 150 m. de hauteur, a une ouverture de 10 à 30 m., comportant, du Sud-Est au Nord-Ouest :

— une brèche calcaire, minéralisée, de 2 à 9 m. de puissance, exploitable sur 400 m. en allongement, au-dessous du niveau — 60, c'est-à-dire, actuellement, sur 90 m. de hauteur, avec des teneurs très variables suivant la cote et la position (de 5 à 35 % Pb). C'est *le gîte N° 2, dit du mur.*

— une intercalation stérile d'argiles rouges, de 2 à 7 m. d'épaisseur.

— une zone, assez énigmatique, sablo-argileuse et conglomératique, imprégnée, de 3 à 20 m. de puissance, exploitable sur 350 m. en allongement, sur les 90 premiers mètres de hauteur, sur 200 m., seulement, entre les niveaux — 90 et — 150, avec des teneurs variables également, mais toujours plus faibles que celles du gîte N° 2 (1 à 10 % Pb). Ce *gîte N° 1*, dit *du toit*, s'appauvrit donc, en profondeur.

Le filon-faille a été quelque peu suivi vers le Nord-Est, mais il devient rapidement inexploitable ; vers le Sud-Ouest, il bute contre une faille transversale, NNW-SSE, à pendage 45° E, qui paraît correspondre à la faille du Palmier (au Djebel

Hallouf) : de l'autre côté, diverses recherches en profondeur n'ont pu retrouver le gîte, mais c'est à l'aplomb de cette zone, que se trouvait un amas de galène de 30.000 tonnes, entre l'affleurement et le niveau 70, avec un allongement de 60 m. au 1er niveau, augmentant progressivement jusqu'à 200 m. au niveau — 68, et disparaissant brusquement à cette cote ; au-dessous, aux niveaux — 90 et — 120, n'ont été rencontrés que 3 filets transversaux de galène, de 25 à 30 cm.

Il est possible, dans une région aussi disloquée, que cet amas ait représenté le gîte N° 2, au-dessus du niveau 90, décalé, vers le Sud, par une faille plus ou moins oblique, d'autant plus qu'au mur, vers le NW, existe également une zone pauvre, non exploitée (de 3.000 tonnes de minerais marchands), qui correspondrait bien au gîte N° 1.

La minéralisation est presqu'uniquement plombeuse, très peu oxydée : le gîte N° 1 consiste en l'imprégnation d'une brèche fine, argileuse, conglomératique ou sableuse, soit en mouches de galène, soit en filets ; le gîte N° 2 est constitué par un dépôt hydrothermal zoné, autour d'éléments assez gros (2 à 50 cm.) de calcaires éocènes, constituant une brèche.

III. — Il est intéressant de noter que les calcaires lacustres, attribués au Pontio-Pliocène, et qui ressemblent beaucoup aux affleurements du gîte du Semene, sont affectés par les failles transversales, et minéralisés en galène, au Hallouf (galerie Pepperino) et à Sidi bou Aouane (puits sud). Ceci démontre, une fois de plus, l'âge récent des venues minéralisantes.

IV. — SIDI HASSENE

La série albo-aptienne présente plusieurs zones de substitution en limonite, de direction générale N 70 E, jalonnée, sur 2 km, par des affleurements, qui atteignent une puissance de 4 à 22 m. On a signalé, dans cette zone, une fracture minéralisée en cérusite, vers l'Ouest.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est très fine (30 microns en moyenne), très peu oxydée à Sidi bou Aouane, très oxydée au Djebel Hallouf (80 % de cérusite), bien au-dessous du niveau hydrostatique primitif (à une centaine de mètres, actuellement), sans augmentation sensible de galène ; remarquons que le Djebel Hallouf est situé sur un des paliers du fossé d'effondrement de la Medjerda, et qu'on ne peut guère expliquer cette oxydation, que par l'existence d'un niveau hydrostatique fossile, qui se serait relevé, au fur et à mesure de la subsidence.

La BLENDE fine, rubannée, jaunâtre, est encore accidentelle : on ne l'a guère rencontrée qu'au niveau 138 au Djebel Hallouf (filon 2) et dans le gîte N° 2 de Sidi bou Aouane.

La PYRITE en petits cristaux, est assez abondante dans les gîtes Furkas.

La PANABASE, très oxydée en MALACHITE, a été rencontrée en mouches dans une fracture du quartier Palmier.

La MIMÉTITE, en blocs concrétionnés, rubannée, jaunâtre, est connue dans le gîte ouest du Djebel Hallouf. La teneur en arsenic, assez constante, des minerais de cette zone (2 à 4 %) est due à la présence de cet arséniate de plomb.

La CÉRUSITE, très fine, compacte, noire, est abondante dans tous les gîtes filoniens du Djebel Hallouf, elle comporte toujours des résidus de galène. Les minerais ne sont pas argentifères.

La SMITHSONITE n'existe, en quantités notables, qu'au Djebel Hallouf, à l'Ouest, et à l'affleurement de l'amas sud de Sidi bou Aouane. Elle est grise, compacte, assez riche (37 % Zn).

La LIMONITE est brune, zonée, à 50 % de teneur moyenne en fer, peu manganésifère (0,75 %).

La CALCITE est la gangue principale : elle est blanche et fine, d'origine hydrothermale.

L'allure de ces gîtes filoniens dénote une venue très intense à basse température, très récente, mais, cependant, antérieure aux derniers mouvements de subsidence en Tunisie.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Au DJEBEL HALLOUF existaient des travaux antiques très importants dans toutes les fractures, certains allant jusqu'au niveau hydrostatique, c'est-à-dire sur 80 m. de hauteur environ. A 2 km. au Nord-Est, ont été découverts les restes d'une laverie et d'une fonderie, au voisinage de la petite source d'Ain el Kradia (50.000 tonnes de haldes, environ, à 15-20 % Pb, mêlées de scories, dont un saumon de plomb d'une vingtaine de kilos).

Les travaux modernes ont débuté en 1899, par décapage de toutes les fractures, puis fonçage du puits Attilio de 103 m., à la cote 305, avec un niveau — 50, qui, vers l'Est, débouchait au jour, traçages dans les diverses fractures du quartier Attilio, et un niveau — 100 qui fut rapidement noyé.

Le filon ouest fut étudié par 2 puits et un niveau 22, le quartier calamine et le quartier fer par quelques fouilles superficielles.

Un permis d'exploitation ayant été accordé en 1904, la mine fut équipée d'une centrale, d'une laverie et de pompes installées au niveau — 80. La concession fut instituée en 1906.

Jusqu'en 1908, toutes les fractures du quartier Attilio étaient exploitées entre le niveau — 50 et la surface, et l'on ouvrait une série de carrières sur la partie septentrionale. En 1909, les dépilages se trouvaient au niveau — 75, sur les fractures 2 à 5 et 9.

A partir de 1910, les recherches et l'exploitation s'étendaient aux gîtes ouest (carrières et galeries du fond ; puits ouest de 27 m., avec travers-bancs) et est (puits Palmier et Furkas, jusqu'au niveau hydrostatique), ainsi qu'aux chantiers calamine (descenderie, puits et travers-bancs) et fer (tranchées).

La laverie romaine du Kratkada fut alors découverte en 1913, par puits et tranchées, et apporta un appoint à la mine, durant une dizaine d'années.

De 1914 à 1920, l'exploitation se poursuivit dans le quartier Attilio, jusqu'au niveau hydrostatique ; le puits ouest fut foncé jusqu'à la cote — 56, et 2 niveaux de recherches, — 27 et — 56, furent tracés vers le Sud et vers l'Est, sans grand résultat.

A partir de 1919, on commença le traçage d'une galerie d'écoulement vers l'Oued Kasseb, au niveau — 125 (cote 180 environ). Terminée en 1922, elle permit de dénoyer et de tracer le niveau — 100.

Le puits Furkas fut alors foncé jusqu'à 43 m., et le puits Palmier aménagé, avec traçage d'une galerie réunissant les deux quartiers. En 1923, les recherches se développèrent dans la zone du Palmier, et l'exploitation passa au niveau — 100 dans les 2 quartiers.

De 1927 à 1929, fut installé le puits principal, et les installations extérieures furent modernisées.

Depuis 1930, l'exploitation se développe méthodiquement, aux niveaux — 112, — 126, — 137 et — 150, dans le quartier Attilio, et au-dessus du niveau — 126 au quartier Furkas. En 1950-51, on procèda au traçage du niveau — 175 et des recherches ont été poussées en puits et descenderies, dans les deux gîtes.

La production totale, au 1er Janvier 1951, s'élève à 140.000 tonnes de minerais de plomb à 60 % (surtout cérusite), soit 84.000 tonnes de métal (et 400 tonnes de calamine).

II. — A SIDI BOU AOUANE, ont été découverts également des remblais romains, au-dessus du niveau — 40. De 1899 à 1908, les recherches furent effectuées par 3 puits avec 3 niveaux, sur une trentaine de mètres de profondeur, et une centaine de mètres en allongement. Un permis d'exploitation ayant été accordé en 1908, une recherche en travers-bancs découvrit alors la lentille sud, qui fut reconnue par traçages aux trois niveaux, à partir d'un nouveau puits de 33 m., démontrant un tonnage supérieur à 20.000 tonnes de minerai marchand.

La concession fut alors instituée (1911), et l'on prépara l'exploitation, en partie à ciel ouvert, en partie souterrainement par installation de pompes et traçages du niveau — 40. De 1912 à 1914, des recherches furent faites par tranchées et sondages, le puits foncé à 60 m. et le niveau — 60, tracé et préparé. Un puits central d'extraction de 70 m. fut installé vers la cote 235, ainsi qu'une centrale et une laverie. Dans les années suivantes, l'amas sud fut exploité jusqu'au niveau — 68, les recherches en-dessous ayant été infructueuses (aux niveaux — 90 et — 120) : la production de cette zone s'élevait à 30.000 tonnes de minerai marchand.

A partir de 1921, l'activité se déplaça dans la zone nord-est, reconnue par puits et recoupes, aux niveaux — 40 et — 60. Un nouvel atelier de préparation mécanique fut installé et l'exploitation commença au-dessus du niveau — 60 (sur le gite N° 1). De 1923 à 1927, le niveau — 90 était tracé et aménagé, et l'on découvrit le gîte N° 2 au mur ; l'exploitation passa au niveau intermédiaire — 75 et au niveau — 90. En 1928-31, le puits était foncé jusqu'au niveau — 120, mais la crise provoqua un ralentissement des travaux, jusqu'en 1935 : on se borna à dépiler une zone riche, au-dessus du niveau — 90. A partir de 1935, l'enrichissement du gîte N° 2 était reconnu par les traçages du — 120 et du niveau intermédiaire — 106, où l'on commença l'exploitation. De 1938 à 1942, le puits était foncé et le niveau — 150 tracé et préparé. L'activité fut un peu ralentie de 1942 à 1945, mais les dépilages se poursuivirent au-dessus du niveau — 120. En 1945, le niveau intermédiaire — 134 était tracé, et jusqu'à maintenant (1951), l'exploitation se poursuit au-dessus du niveau — 150.

En 1947-48, des recherches sud et ouest restèrent sans résultat. En 1950, un puits de 30 m. était foncé et on se préparait à tracer le niveau — 180 et à installer un atelier de flottation.

La production totale s'élève à près de 100.000 tonnes de minerai marchand (soit 64.000 tonnes de plomb-métal).

Le district Djebel Hallouf-Sidi bou Aouane a donc fourni la plus forte production de Tunisie en plomb (près de 150.000 tonnes de métal, sans compter l'extraction antique).

TOUIREUF

(Planche 17)
(Planche-photos VI-5)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les chaînons de Touireuf sont situés sur le plateau des Ouargha, à peu près au centre d'un quadrilatère formé par la frontière algérienne à l'Ouest, la route N° 6, de Souk Ahras à Tunis, au Nord, la route N° 17, de Tabarka au Kef, à l'Est et la route N° 5 du Kef à Souk Ahras, au Sud ; la mine est à l'intersection des deux bonnes pistes forestières, d'Oued Meliz au Kef, et de Sakiet Sidi Youssef à Souk el Arba, à une trentaine de kilomètres de la station de Souk el Arba (Tunis à 156 km.). La topographie est peu accentuée : le plateau est vers la cote 400, et les divers gîtes sur les flancs des chaînons calcaires qui culminent vers 580 m. Le plateau est couvert de cultures, et les massifs assez dénudés (quelques bosquets de pins et broussailles).

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an, et les sources de la région ont un débit assez faible. Le niveau hydrostatique de la nappe des calcaires éocènes était primitivement à la cote 425 à l'Est et remontait jusqu'à la cote 480 à l'Ouest (1 litre-seconde) ; dans les calcaires campaniens, il était à la cote 467, et a été déprimé, par pompage, jusqu'au niveau 451 (2 litres-seconde).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Touireuf est situé en bordure des formations détritiques récentes des derniers paliers méridionaux du fossé d'effondrement de la Medjerda, et à la partie supérieure du flanc occidental de l'anticlinal du Djebel el Koumim, qui représente une digitation méridienne de l'anticlinal crétacé de l'Oued Mellegue. Les formations crétacées et éocènes de Touireuf sont largement recouvertes, vers le Nord-Ouest et le Nord, par une série continentale transgressive qui fait disparaître la terminaison anticlinale, et qui s'étend, d'ailleurs, d'Ouest en Est, sur toute la partie septentrionale de la carte.

Le TRIAS est constitué par une brèche gréso-dolomitique, à cristaux de quartz bipyramidé.

Les affleurements du Cénomanien, du Turonien et de l'Emschérien sont très recouverts de croûtes et d'éluvions.

Le CÉNOMANIEN ne montre que sa partie supérieure, en crête au-dessus de l'Oued Sidi bou Saïd : calcaires siliceux rognonneux (150 m.).

Le TURONIEN comprend des marnes à intercalations calcaires et schisteuses (500 m.), visibles dans l'Oued Sidi bou Saïd, et des calcaires gris à patine blanche (Sidi Nasseur).

Les marnes EMSCHÉRIENNES (1.000 m.) ne sont jamais visibles ; seul le banc-repère, marno-calcaire, à *Inoceramus siccensis* PERV., apparaît au Bir bou Krelif et à l'Henchir el Miset.

Le CAMPANIEN INFÉRIEUR (marno-calcaire) et MOYEN (marneux) est partout recouvert par les éboulis : on ne le voit guère que dans les travaux Saint-Louis.

Le CAMPANIEN SUPÉRIEUR constitue les crêtes du Djebel el Lafi, du Djebel Touireuf et du Djebel Balloute : calcaires blancs crayeux massifs, à *Inoceramus regularis* D'ORB. (100 à 120 m.), très fracturés.

Il est recouvert de quelques mètres d'alternances marno-calcaires, représentant le MAESTRICHTIEN inférieur.

Les marnes SUESSONIENNES (4 à 500 m.) forment la combe située entre les chaînons calcaires : elles ne sont visibles que dans les travaux.

Le LONDINO-LUTÉTIEN, qui constitue la deuxième crête, présente la coupe suivante au Ressas-Ouest :

Marnes glauconieuses et phosphatées	7 m.
Conglomérats à grandes Nummulites (*N. Gizehensis* FORSKAL)...	4 m.
Calcaires cristallins jaunes et gris.....	50 m.
Calcaires sableux jaunâtres à petites Nummulites (*Nummulites incrassatus* DE LA HARPE et *Nephrolepidina Tournoueri* LEM. et R. DOUV.	
Niveaux marneux avec un banc conglomératique et un banc de lumachelle à Huitres et grandes Nummulites.....	10 m.

Il est possible que la partie supérieure de la série soit priabonienne.

Le BURDIGALIEN apparaît sur le flanc nord des chaînons éocènes et du Djebel Balloute : il est transgressif, et formé de marnes et grès à Pectinidés.

Les formations NÉOGÈNES s'étendent au Nord de la carte, et arrivent, en discordance nette, sur tous les terrains de l'anticlinal : ce sont des marnes à petits bancs gréseux.

Le recouvrement comprend des alluvions et des croûtes calcaires dans les combes et sur le plateau, des éboulis sur les flancs des chaînons.

TECTONIQUE

On est, à Touireuf, à l'intersection de deux zones tectoniques bien différentes : au Sud, des plis alignés suivant la direction générale en Tunisie, c'est-à-dire NE-SW, coupés, vers le Nord, par la zone des paliers du fossé d'effondrement de la Medjerda, dirigés Est-Ouest.

Plus à l'Ouest, dans la région de Fedj Assene, les deux zones sont séparées par une grande faille, qu'on peut suivre sur une dizaine de kilomètres ; à Touireuf, les formations néogènes présentent des pendages faibles et semblent recouvrir tranquillement le flanc éocène et la terminaison de l'anticlinal crétacé, sans apparence de faille. Notons que les affleurements sont rares. Par contre, les accidents sont nombreux et divers dans la zone méridionale. La faille longitudinale la plus importante est probablement sur le flanc est de l'anticlinal ; marquée par la lame triasique de Sidi bou Saïd, elle est jalonnée, vers le Sud, par d'autres affleurements triasiques, et ceci sur une dizaine de kilomètres, jusqu'à l'Oued Mellegue. Remarquons que cette faille, subverticale, est à 3 km. des gîtes, avec de puissantes séries marneuses intermédiaires.

Au Ressas-Est, les travaux ont mis en évidence, au toit et au mur des calcaires éocènes, de nombreux miroirs, indiquant que ceux-ci sont bordés de deux failles longitudinales, dont l'importance n'est pas encore connue.

Diverses failles obliques existent dans les travaux du Ressas-Ouest (E-W) et du Ressas-Est (WNW-ESE). Une autre a été supposée, pour expliquer l'épaisseur anormale des marnes suessoniennes, au Sud du Ressas-Ouest, et la disparition apparente du chaînon campanien du Djebel el Lafi.

Les failles transversales, nombreuses et spectaculaires, découpent les chaînons calcaires : elles ont, généralement, un rejet assez faible ou nul, à l'exception de certaines, comme la faille du village (500 m.). Leur direction est subperpendiculaire à la direction des plis, et leur pendage très variable. Elles sont généralement bien ouvertes dans les calcaires. Il doit en exister toute une série à l'Est du chaînon éocène, qui expliquent sa disparition sous la plaine et sa réapparition à 500 m. plus loin (voir la coupe II, faite dans le sens des strates).

Les fractures de glissement ne sont guère visibles que dans les travaux (en particulier au Ressas-Est, vers l'extrémité du chaînon éocène, avec une direction NW-SE).

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes principaux sont très dispersés dans les différents chaînons calcaires ; en allant d'Est en Ouest, et du Nord au Sud, on a : le Ressas-Est, Saint-Jean et le Ressas-Ouest dans les calcaires éocènes ; les Saint-Louis, Saint-Félix, Jobard et Balloute dans les calcaires campaniens ; toutes les fractures de ces derniers présentent, du reste, des indices de minéralisation à l'affleurement.

I. — Le quartier du RESSAS-EST, est en terminaison occidentale du chaînon éocène, dans une zone extrêmement disloquée par une série de failles et fractures diverses : la minéralisation est filonienne (veines de scheidage), mais avec imprégnation intense, au voisinage des fractures, ainsi qu'au toit et au mur des calcaires, dans des zones fracturées et bréchifiées : le plomb forme alors la presque totalité du ciment, et la calcite achève de remplir les vides ; on observe rarement un phénomène de substitution vraie : les éléments de la brèche ne sont généralement pas minéralisés.

La minéralisation a été reconnue entre la surface (cote 500) et le niveau 285 : un sondage vertical l'a suivie jusqu'à la cote 230, ce qui donnerait une hauteur de 270 m. ; elle s'étend sur toute la pointe du chaînon calcaire, ainsi que sur un bloc effondré à l'Est, invisible en affleurement, c'est-à-dire dans une zone de 200 m. d'envergure et de 20 à 50 m. de largeur, avec, naturellement, de larges intercalations stériles.

II. — Le quartier SAINT-JEAN est sur le flanc nord du Djebel er Ressas, à quelque 300 m. de la pointe occidentale du chaînon (c'est-à-dire du gîte Ressas-Ouest) : là, c'est le banc supérieur (lumachelle à grandes Nummulites), qui est minéralisé en plomb (surtout cérusite), dans ses parties bréchiformes, au voisinage de fractures (les grès sus-jacents sont légèrement imprégnés) ; ce gîte a été reconnu sur 70 m. de hauteur et 120 m. d'allongement.

III. — Le quartier du RESSAS-OUEST est, en quelque sorte, symétrique au Resses-Est (à 1.600 m. de distance) et paraît analogue, mais moins riche : il n'aurait été reconnu que sur une cinquantaine de mètres de hauteur, avec une section minéralisée d'un millier de mètres carrés (à 10 % Pb) au niveau 489, et une zone d'une dizaine de mètres de largeur, plus riche, au toit des calcaires, et au voisinage de la faille oblique WNW-ESE, zone qui a été retrouvée au niveau 460.

Ces trois gisements du Ressas-Touireuf sont essentiellement plombeux, mais la blende est répandue dans tout le minerai, en dissémination extrêmement fine (2 % Zn, en moyenne, soit 1/4 Zn, pour 3/4 Pb).

IV. — Le quartier SAINT-LOUIS comprend tous les filons transversaux qui découpent le chaînon campanien du Djebel el Lafi, et, particulièrement, trois filons prin-

cipaux : *Saint-Louis I*, N 25° W, à pendage 65° NE, reconnu depuis l'affleurement jusqu'à la cote 407, soit sur 135 m. de hauteur, avec un allongement atteignant 150 m. au niveau 470, et une puissance moyenne de 10 cm. de minerai ; *Saint-Louis II*, N 40° W, à pendage 75° NE (en deux branches au niveau 451), reconnu de l'affleurement jusqu'à la cote 441, soit sur une centaine de mètres de hauteur, et une soixantaine de mètres en allongement, avec une puissance de 30 à 60 cm. (dont 5 cm. de minerai en moyenne) ; *Saint-Louis III*, N 30° W, à pendage 70° SW, reconnu de l'affleurement à la cote 451, soit sur 90 m. de hauteur et une cinquantaine de mètres d'allongement, avec une puissance utile d'une dizaine de centimètres entre les cotes 489 et 508.

Tous ces filons se coincent au mur des calcaires, et leur puissance semble diminuer en profondeur : la minéralisation est surtout plombeuse et très oxydée (cérusite jusque vers la cote 400 au filon I ; smithsonite surtout au filon II) ; la galène apparaît vers la cote 460, avec blende et un peu de pyrite.

Signalons encore le *filon IV* (argile à rognons de cérusite), qui se coince vers une trentaine de mètres de profondeur ; les *joints*, minéralisés en cérusite et galène, N 30° W, à pendage 60° NW, suivis aux niveaux 493 et 451 (puissance réduite : 2 à 5 cm.) ; et les *filonnets* de calcite et galène et B. P. G., recoupés vers le SW au niveau 451.

V. — Le quartier SAINT-FÉLIX est à l'extrémité septentrionale du chaînon campanien du Djebel Touireuf : il s'agit d'un filon puissant (2 à 3 m.), NW-SE, à pendage 80° SW, reconnu sur une trentaine de mètres de hauteur (jusqu'au niveau hydrostatique, cote 475), et une cinquantaine de mètres d'allongement, à remplissage d'argile et de calcite, à smithsonite, cérusite et galène.

VI. — Le quartier JOBARD, dans la partie centrale du même chaînon, comporte une fracture puissante, E-W, à pendage 70° N, à remplissage de calcite, smithsonite et cérusite (50 à 60 cm. à 15 %), reconnue sur 60 m. de hauteur et une vingtaine de mètres d'allongement.

Signalons encore que le Djebel Touireuf présente une multiplicité de petites fractures transversales, à pendage variable, avec de nombreux indices de minéralisation.

VII. — Le DJEBEL BALLOUTE est formé de calcaires campaniens, également très fracturés, avec de nombreux indices plombeux ; sur le flanc nord, au voisinage du toit, une série de filonnets de cérusite (1 à 10 cm. d'épaisseur), E-W, à pendage 60° N et 30 ° S, ont été suivis, sur une soixantaine de mètres de hauteur et 30 à 80 m. en direction : ils semblent se coincer en profondeur.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Touireuf est le dernier gîte important vers le Sud-Ouest, de cette zone essentiellement plombeuse, qui paraît exister en direction tectonique générale NE-SW.

La zone oxydée y est particulièrement importante, et descend bien au-dessous du niveau hydrostatique (plus de 100 m. au Ressas-Est) ; on a vu un phénomène analogue au Djebel Hallouf, situé, lui aussi, sur l'un des paliers du fossé d'effondrement de la Medjerda. Ces faits ne peuvent guère être expliqués que par l'existence d'un niveau hydrostatique fossile, qui se serait relevé au fur et à mesure de la subsidence. On peut en conclure que les mouvements ultimes en Tunisie sont postérieurs aux venues hydrothermales.

Les minerais essentiels sont donc galène et cérusite.

La GALÈNE se présente sous deux aspects : plutôt fine (50 à 100 microns), dans les faciès bréchiques des calcaires éocènes, elles est en assez gros cristaux dans les géodes et les fractures des calcaires campaniens ; elle n'est pas argentifère.

La BLENDE, compacte, blanchâtre ou grisâtre, apparaît dans les parties inférieures des filons Saint-Louis ; elle est répandue en très fine dissémination dans tous les gîtes du Ressas (2 % Zn).

La CÉRUSITE, à peu près seule au-dessus du niveau hydrostatique, s'associe à la galène en profondeur, et la proportion diminue à mesure qu'on descend (elle est encore de 50 % au niveau 335). Elle se présente sous deux aspects : noire, formée *in situ*, à cristallisation fine et résidus de galène ; ou bien translucide, en gros cristaux, ayant émigré dans des fissures récentes.

La CALAMINE existe en boules, avec géodes, dans l'HYDROZINCITE compacte, blanche, de la *fracture romaine*, au Ressas-Est.

La SMITHSONITE n'est connue que dans les divers filons des calcaires campaniens (surtout Saint-Louis II, Saint-Félix et Jobard), en masses rubannées, assez pauvre (30 % Zn).

La CALCITE est fort abondante, avec du BITUME (dans les fractures du Campanien).

Les CALCAIRES deviennent sublithographiques et se chargent d'un peu de DOLOMIE et de QUARTZ, au voisinage des fractures : il y a parfois une légère substitution de galène et cérusite dans le ciment de calcite.

En résumé, il s'agit, essentiellement, de petits gîtes filoniens dans le Sénonien, et, surtout, de gîtes d'imprégnation fissurale intense de zones très fracturées des calcaires éocènes.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux antiques, assez importants (puits), existaient sur la plupart des affleurements de la région, avec des haldes, en particulier aux Ressas-Ouest et Est.

I. — Retrouvés en 1893, les divers gîtes furent explorés par de petits travaux de recherches, qui se développèrent surtout aux Saint-Louis (galeries 512, 487 et 502, avec puits et descenderies jusqu'au niveau hydrostatique), parallèlement à une petite exploitation du filon I, jusqu'en 1903.

De 1908 à 1914, les travaux furent repris activement, sauf aux Ressas, où l'on se borna à des grattages ; les Saint-Louis furent étudiés par 5 travers-bancs vers la cote 490, avec descenderies dans les filons I, II et III, traçages aux niveaux inférieurs, et une descenderie d'exploitation de 90 m., au mur du filon 1, avec les niveaux 470 (150 m.), 457 (100 m.), 447 (50 m.), 430 (35 m.) et 412 (10 m.) ; en 1911, cette descenderie atteignait la cote 407, soit 135 m. au-dessous des affleurements ; en 1913, le travers-bancs Saint-Eugène était attaqué à la cote 451 et arrêté à 385 m.

Le filon Jobard (cote 548) était suivi par une descenderie de 75 m. jusqu'au niveau 483, avec allongements à la cote 506 sur 30 m. L'exploitation des parties riches de tous ces filons, permit de produire quelques centaines de tonnes de minerais marchands. La mine fut abandonnée en 1914.

A partir de 1925, tous les travaux furent repris activement et les traçages poussés : la galerie Saint-Eugène a atteint les filons I et II, et les a suivis sur 60 m. ; une galerie d'allongement dans les calcaires était tracée vers le SW ; les niveaux 439 et 425 poursuivis dans le filon I. La galerie de la Cité (cote 474) fut tracée sur 500 m., de 1927 à 1928, et recoupa le filon Saint-Félix, suivi sur une vingtaine de mètres.

La descenderie Jobard fut rééquipée, avec traçages aux niveaux 527, 511 et 490. L'exploitation de ces divers gîtes produisit 5.000 tonnes environ de minerais marchands. En 1931, tous ces quartiers étaient abandonnés (avec une petite reprise d'activité en 1936-37).

II. — Depuis 1926, en effet, les travaux se sont largement développés aux Ressas : le Ressas-Est, étudié d'abord par la galerie Saint-Barbe (cote 459), avec descenderies et allongements aux niveaux 443 et 435, fut équipé, en 1927, d'un puits d'extraction (cote 469), avec les niveaux 435 (1928), 410 (1929), 385 (1931) et d'un puits auxiliaire, jusqu'aux niveaux 360 (1937), 335 (1940), 310 (1946) et 285 (1950). L'exploitation se développa à tous ces niveaux (ainsi qu'un abatage en carrière, à la cote 488, en 1937). En 1948, un sondage vertical a suivi la minéralisation jusqu'à la cote 240.

Le quartier Saint-Jean a été étudié, dès 1928, par des tranchées, 2 galeries (cotes 534 et 535), un puits et le travers-bancs Saint-Jean, cote 507.

Au Ressas-Ouest, de 1926 à 1929, fut foncé le puits, cote 509, avec réseau de galeries à la cote 489, et exploitation de cette zone jusqu'au niveau hydrostatique (cote 480), et à ciel ouvert, à la cote 493. De 1930 à 1937, fut équipé le nouveau puits d'extraction avec traçages à la cote 460, et recherches en direction Saint-Jean. Les travaux de ces deux quartiers sont repris depuis 1948 : le puits est foncé jusqu'à la cote 400 en 1951.

Une centrale et une laverie gravimétrique fonctionnaient depuis 1928 (avec un rendement assez médiocre) ; on a installé, en 1949, un atelier de flottation, qui traite également les haldes importantes de l'ancienne exploitation (200.000 tonnes à 1,8 % Pb et 2 % Zn).

La production des gîtes du Ressas, au 1er janvier 1951, s'élève à près de 28.000 tonnes de minerais marchands (galène et, surtout, cérusite), ce qui, pour les deux concessions, donne un total de près de 18.000 tonnes de plomb-métal. Les réserves reconnues dépassent 100.000 tonnes de tout-venant à 5 % Pb.

III. — Au Djebel Balloute, une série de grattages ont été faits jusqu'en 1909 ; puis, les travaux se sont concentrés au Nord de la montagne, sur les filons E-W, étudiés, jusqu'en 1917, par une galerie de 95 m. (cote 621), avec 2 descenderies, et les niveaux, cotes 609, 601, 598 et 571. Depuis 1917, on ne signale qu'une petite reprise en 1926-27. Ces recherches ont fourni 400 tonnes de minerais marchands.

DOCUMENTS CONSULTÉS

E. BRUET. — *Thèse* (1932).

J. MORER. — *Rapports inédits* (1947-1949).

M. SOLIGNAC. — *Sur quelques formes relatives aux macles m et g2, dans des cristaux de cérusite de Tunisie*, Bull. Soc. Fr. Min., Paris, 1930, t. 53, pp. 538-556.

SAKIET-KOUCHA

(Planche 18)
(Planche-photos VII-5)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Cette région, au Sud-Ouest des plateaux de l'Ouargha, sur la frontière algérienne, est traversée par la route N° 5, de Tunis à Souk Ahras, sur laquelle, à 42 km. de la station du Kef (Tunis à 202 km.), débouche la bonne piste, qui dessert les mines de Sakiet (à 1 km.) et du Koucha (à 8 km.).

On est sur un plateau relativement élevé (entre 700 et 800 mètres), où la topographie est peu accusée : les différences d'altitude n'excèdent pas 150 m. ; c'est ainsi, qu'à Sakiet, le Djebel er Ressas culmine à 828, à 70 m. au-dessus de la tête du puits d'extraction.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an ; et de bonnes sources, assez abondantes, ont été captées au village-frontière de Sakiet Sidi Youssef, à 2 km. de la mine. Dans les travaux, le niveau hydrostatique primitif était à la cote 718 à Sakiet (venue d'eau actuelle = 3 à 6 litres-seconde), à la cote 667 au Grand Koucha (2 litres-seconde), à la cote 680 au Petit Koucha. Les collines sont très boisées et le plateau lui-même, assez fertile, est bien cultivé.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district Sakiet-Koucha est situé en direction tectonique de Touireuf (à 25 km. au Nord-Est), mais en bordure d'une importante lame triasique, qu'on perd rapidement de vue vers le Nord-Est ; c'est l'élément principal de la structure, qui, déversé par place, affleure sur une largeur de 1 à 2 km. ; de part et d'autre, se trouvent des formations crétacées, disloquées au voisinage du contact, mais qui appartiennent aux flancs d'un anticlinal assez régulier.

Le Trias comporte la brèche gypso-dolomitique habituelle, à blocs de grès phylliteux bicolores, de cargneules jaunes, de calcaires dolomitiques noirs et d'ophites.

Le Cénomanien constitue un lambeau calcaire en plaquettes, collé contre le Trias sur le flanc sud, au Petit Koucha. Il est probable qu'il existe des formations analogues sur le flanc nord (Koudia Gentrous).

Le Turonien est laminé en grande partie ; à cet étage est attribuée la petite série marno-calcaire du Koucha (100 m.), à *Inoceramus labiatus* Schl. et *Inoceramus* cf. *Cuvieri* Sow.

Le Sénonien comprend : les marnes gris-bleutées emschériennes, les marno-calcaires et calcaires à *Scaphites hippocrepis* Mort. du Campanien inférieur, les marnes et marno-calcaires du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur, à *Inoceramus regularis* d'Orb., les alternances marno-calcaires à *Stegaster altus* Seunes du Maestrichtien inférieur, et une partie des marnes suessoniennes.

Le MIOCÈNE (Burdigalien ?) est représenté par les marnes et grès à Pectinidés des petits synclinaux de Dar Zerouk et d'Ez Zoubia.

TECTONIQUE

La lame extrusive occupe, à peu près, l'axe d'un anticlinal crétacé, qui aurait été très brouillé et plissoté au voisinage, avec formation, de part et d'autre, de deux petits synclinaux miocènes, et laminage des séries marneuses ; le contact triasique est parfois subvertical, parfois, même, déversé nettement sur les formations crétacées : c'est ce qui se voit, en particulier, dans les deux gîtes principaux de Sakiet et du Grand Koucha. On a, là, également, en particulier à Sakiet, une brèche de contact très importante, à éléments campaniens et surtout triasiques. Il doit y avoir, au mur et au toit des barres calcaires, des failles longitudinales, parallèles à la ligne de contact anormal, et qu'on doit supposer pour expliquer la faible épaisseur de la série et la disparition de certains niveaux marneux. De telles failles sont d'ailleurs apparentes dans les gîtes de Sakiet et du Petit Koucha.

Les failles transversales sont particulièrement spectaculaires au Djebel er Ressas, où elles constituent les principaux filons : on voit qu'elles sont nettement postérieures aux accidents longitudinaux, car elles affectent, de façon très marquée, la brèche de contact triasique, avec des rejets allant de 40 à 150 m. Ces filons sont grossièrement normaux à la stratification, c'est-à-dire de NNW-SSE à N-S.

Les fractures de glissement (à 45° des deux directions principales) sont probablement encore postérieures, car elles semblent affecter les filons transversaux ; en particulier, les filons 2 et 2 bis paraissent rejetés par de petites failles NW-SE, qui se confondent avec eux ; deux branches du filon 1 et le filon 3 bis ont la même direction.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Cette zone comprend, essentiellement, des gîtes filoniens, qu'on peut classer en *gîtes de contact* d'une part, filons transversaux d'autre part, les uns et les autres comportant des zones d'enrichissement en *colonnes*.

I. — GITES DE CONTACT

On peut grouper ici, les gîtes dans la brèche de contact (Koucha) et les zones minéralisées, en filets longitudinaux, dans les calcaires (gîtes Est-Ouest de Sakiet et Petit Koucha).

1. — Au Koucha, tout le contact est jalonné par des affleurements barytiques, sur plusieurs kilomètres : le gîte du GRAND KOUCHA est une *colonne* de 40 m. de longueur, à pitch 60° NE, sur une quarantaine de mètres, puis 65° SW en dessous, avec élargissement (60 m.) dans le crochon (niveau 645) ; sa puissance moyenne est de 1 m., et elle a été reconnue sur 110 m. de hauteur ; le Trias étant déversé, le gisement est au toit des marno-calcaires turoniens et plonge vers le NW (80°). La minéralisation est un B. P. G. à prédominance de galène (tout-venant à 10-12 % Pb), dans une gangue barytique.

2. — A 3 km. vers le Sud-Ouest, sur la frontière, le contact subvertical est marqué par une formation ferro-barytique puissante (12 à 15 m. d'épaisseur), suivie sur 70 m. en allongement, et 25 m. en profondeur : ce *chapeau de fer* renferme quelques rares nodules de galène.

3. — Au PETIT KOUCHA, le gîte, situé à quelques mètres du contact triasique E-W, qui plonge normalement vers le Sud, comporte, essentiellement, deux filets parallèles, à pendage 80°, également, et qui ont été suivis sur une centaine de mètres de longueur, et sur 70 m. en profondeur ; leur puissance réduite est de 5 à 10 cm., en blende et galène (la blende formant les 2/3 du minerai) ; là aussi, la zone exploitable est en *colonne* d'une soixantaine de mètres de largeur, à pitch 65° W.

4. — Le gîte Est-Ouest de SAKIET est à peu près analogue : filets parallèles au contact, dans une zone d'une dizaine de mètres de largeur, sur 160 m. de long, à l'Ouest du filon 2, à pendage S, paraissant se renverser au-dessous du niveau 658 : la puissance moyenne est de 3 à 5 m. à 4 à 9 % Pb et 4 à 6,5 % Zn (là, c'est la galène qui est prédominante).

II. — FILONS TRANSVERSAUX ET OBLIQUES

1. — Au PETIT KOUCHA, les filons *de contact* semblent buter, vers l'Est, sur un filon transversal, N-S, à pendage très variable (26 à 51° W), minéralisé en B. P. G.

2. — A SAKIET, le mamelon calcaire est découpé par une série de filons transversaux, et cerné, certainement, à l'Ouest et à l'Est, par deux failles, d'allure N-S également : les trois filons principaux ont été reconnus des affleurements au 6me niveau, c'est-à-dire sur une hauteur de 150 à 180 m.

Le *filon 1*, N 20° W, à pendage 70° E, et ouverture de 1 m. 50 à l'affleurement, a une longueur moyenne minéralisée de 295 m., avec quatre *colonnes* d'enrichissement, à puissance réduite moyenne de 1 m.

Le *filon 2*, N 15° W, à pendage 64° E et ouverture de 2 m. à l'affleurement, a une longueur minéralisée moyenne de 340 m., avec 4 *colonnes* d'enrichissement, à puissance réduite de 80 cm. Le filon s'est appauvri au niveau 633.

Le *filon 3*, N-S, à pendage 57° E et ouverture de 2 m. à l'affleurement, a une longueur minéralisée moyenne de 80 m., avec 3 *colonnes* d'enrichissement, à pitch Sud et à puissance réduite moyenne de 1 m. Au niveau 633, ce filon a un pendage de 30° Est.

Citons, aussi, parmi les failles transversales, le filon du *Koudia Gentrous* et le *filon laverie* (faille-limite orientale), N-S, encore mal explorés ; le *filon 2 bis*, parallèle au 2 et à 20 m. à l'Est (à pendage 75° E et ouverture de 1 m. à l'affleurement, comportant trois petites lentilles, avec une longueur moyenne minéralisée de 50 m., et reconnu jusqu'au niveau 719, avec une puissance réduite de 50 cm.) ; le *filon 4*, vertical, et à ouverture de 1 m. 50 à l'affleurement (c'est la faille-limite occidentale du mamelon campanien du Djebel er Ressas) : on y a trouvé un remplissage argileux puissant et des remblais anciens au niveau 737 ; le *filon 5*, dans la petite butte cénomanienne à l'Ouest, N 15° W, à pendage 83° W et ouverture de 2 m. (dont 20 cm. de smithsonite) à l'affleurement.

Les filons obliques, NW-SE, sont probablement des fractures de glissement ; ils apparaissent en ramifications des filons principaux (*colonne carbonates* et *apophyse sud* à l'Est du filon 1 ; *flexures* des filons 2 bis et 2 ; *filon 3 bis* à l'Ouest du filon 3, avec deux *colonnes* d'enrichissement, sur 80 m. de longueur et 60 à 80 cm. de puissance réduite).

La minéralisation, plombo-calaminaire en haut (smithsonite et cérusite descendant jusque vers la cote 710) devient de plus en plus sulfurée en descendant (mais il y a de la blende presque aux affleurements) ; le B. P. G. est très varié, selon les colonnes et même les niveaux : par exemple, la colonne sud du filon 1, très pyriteuse au niveau 658, devient plutôt blendeuse au niveau 633 ; le filon 2 est très blendeux et la blende est en général au mur ; dans le filon 3, elle est au toit et la galène-blende au mur. En moyenne, la pyrite est peu abondante et la blende est prédominante (la proportion blende-galène étant 3 sur 2).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE se présente sous des aspects divers : soit en semis très fins dans la calcite (5 à 30 microns), soit en lits ou en noyaux dans les concrétions, soit en

veinules, soit en remplacement de la pyrite primaire. Elle est plus ou moins argentifère (60 grammes à la tonne à Sakiet et au Petit Koucha, 5 à 600 au Grand Koucha).

La BLENDE (*schalenblende*) se présente, également, en semis très fins dans la calcite, ou en cocardes, concrétions et lits allant du brun au jaune.

La MARCASSITE est en lits concrétionnés avec la schalenblende, et remplaçant la pyrite primaire.

La PYRITE est, soit résiduelle, soit en pseudomorphoses de marcassite.

La CALCITE, très abondante, constitue la gangue principale (à Sakiet) ; dans les gîtes du Koucha, c'est la BARYTE blanche, à grosse maille.

Le QUARTZ est peu répandu, fortement corrodé et remplacé par la calcite.

La succession est la suivante :

Pyrite et quartz
Marcassite
Galène
Schalenblende
Calcite secondaire

Il y a eu recurrence de Pyrite.

La structure du minerai est bréchoïde et rubannée à la fois.

La CÉRUSITE est noire, à cristallisation très fine, et assez argentifère (350 grammes par tonne en moyenne).

La SMITHSONITE est polymorphe, en masses cristallines blanchâtres ou jaunâtres, assez pauvre en zinc.

La GREENOCKITE existe en enduits jaunâtres, assez rares, dans les fissures.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux antiques (nombreux puits) existaient sur la plupart des affleurements, ainsi que des haldes (à 9 % Pb) vers le Koudia Gentrous, à l'Est.

I. — Les gîtes de SAKIET ont été retrouvés vers 1895 ; tout au moins les filons 1 et 2, et la *colonne carbonates* ont été reconnus, entre 1895 et 1898, par les galeries, cote 779 dans la *colonne*, le 2^{me} niveau (761) dans les deux filons et le TB du 3^{me} niveau (732) suivant le filon 2 ; un tonnage de 30.000 tonnes de minerais était mis à la vue ; de petites recherches étaient ébauchées sur les filons 3, 3 bis (galerie Saint-Gabriel, cote 754), 5 et le gîte E (Koudia Gentrous).

La concession fut alors instituée en 1898, et les travaux d'exploitation se développèrent sur les trois gîtes reconnus, concurremment au fonçage du puits d'extraction, sur 36 m., jusqu'au niveau hydrostatique (cote 718) et au traçage du niveau 3 (732). En 1902-3, une laverie gravimétrique fut installée, et l'on commença à pénétrer sous le niveau hydrostatique, avec traçage du niveau 4 (cote 710). En 1905, deux galeries (cotes 754 et 752) reconnaissaient l'importance du filon 3 et du gîte E-W. En 1906, le puits était foncé de 22 m. : l'on traçait le niveau 5 (cote 688) dans le filon 2, une galerie était lancée, de part et d'autre, vers les filons 1 et 3, et ce dernier filon était suivi, en descenderie, du niveau 754 au niveau 732. L'exploitation se poursuivait normalement dans les quatre zones. En 1910, une centrale et une nouvelle laverie furent installées. Jusqu'en 1914, les recherches en descenderie dans les filons se firent parallèlement au fonçage du puits sur 30 m. et à l'exploitation. La *colonne carbonates* fut reprise à ciel ouvert.

Les travaux ayant été abandonnés de 1914 à 1923, le niveau hydrostatique remonta à la cote 676.

De 1923 à 1931, la mine reprit son activité, avec les traçages du niveau 5 bis (cote 658) et l'exploitation de tous les gîtes en amont ; fonçage du puits sur 28 m. et traçage du niveau 6 (cote 633) dans le filon 2. En 1931, la crise amena l'abandon de l'exploitation.

Après diverses tentatives, de 1939 à 1942, le dénoyage fut terminé en 1945 ; un atelier de flottation était installé pour le traitement des haldes, et l'exploitation reprit en 1947 : le niveau 6 était complètement tracé et le puits d'extraction foncé de 27 m., avec de grandes difficultés (venue d'eau de 3 à 6 l/s).

A la fin de l'année 1950, les réserves étaient évaluées à 90.000 tonnes de tout-venant.

La production, depuis l'origine jusqu'au 1er Janvier 1951, s'élève à plus de 120.000 tonnes de minerais marchands (50.000 tonnes de galène, 7.000 tonnes de cérusite, 32.000 tonnes de blende et 31.000 tonnes de calamine calcinée environ), c'est-à-dire en métal, 31.000 tonnes de plomb et 24.000 tonnes de zinc.

II. — Les gîtes du KOUCHA sont connus depuis 1900 : les recherches se portèrent d'abord sur le Petit Koucha, de 1905 à 1907, en descenderie depuis l'affleurement, cote 713, et en galeries (cotes 696 et 681) ; le niveau hydrostatique étant vers la cote 680, l'exploitation se développa sur cette hauteur. En 1911, on traça un travers-bancs de base, cote 661, qui recoupa le gîte à 310 m., et le reconnut, en remontage, jusqu'au niveau 681. Ces travaux furent suspendus, de 1914 à 1921, puis, ils furent repris, avec fonçage d'un puits de 20 m., qui recoupa le filon (cote 641), et abatages au-dessous du niveau 661. Ce gîte a produit près de 300 tonnes de minerais marchands (à 51 % Pb).

Entre temps, de petites recherches étaient ébauchées au Djebel Arbaïne Ouli et sur la frontière (galerie cote 606 et puits de 25 m. dans le *chapeau de fer*). Tous ces travaux sont abandonnés depuis 1925.

Au Grand Koucha, les recherches commencèrent, en 1907, par galeries, puis, en 1911, par deux descenderies (cote 707) dans le gîte. A partir de 1915, l'exploitation marcha de pair avec le fonçage du puits (cote 704), donnant accès aux niveaux 687, 667 (niveau hydrostatique primitif ; venue d'eau = 2 litres-seconde), 645 (1921), 633 (1922), 621 (1923). En 1925, deux recherches en allongements, par galeries (cotes 707 et 703), ne rencontrèrent que des traces de minerais.

La concession fut instituée en 1926 (avec un tonnage reconnu de 1.800 tonnes de minerais marchands) ; la laverie (installée en 1915) était remaniée, le puits modernisé ; et les travaux ne furent repris qu'en 1929 : deux puits étaient foncés sous le niveau 621, l'un de 9 m., à la limite NE de la lentille, l'autre de 27 m., à la limite SW, tous deux retrouvèrent le minerai (un nouvel étage de 25 m. aurait donc un tonnage possible de 4.500 tonnes de tout-venant à 12 % Pb). Mais la crise survint, et la mine est abandonnée depuis 1931.

La production du Grand Koucha est de 11.500 tonnes de galène et il reste quelque 10.000 tonnes de haldes.

En métal, la production totale des gîtes du Koucha est de 5.500 tonnes de plomb au 1er Janvier 1951.

DJEBEL SEMENE

(Planche 19)
(Planche-photos IV-3 et 4)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce district se trouve au-dessus de l'Oued Begrat, à mi-pente d'une série de collines, constituant l'un des chaînons des Hedil entre Beja et Mateur. La mine est à 9 km. de la station de Sidi Nsir (Tunis à 105 km.). On y accède par une bonne piste, qui part de cette station, sur la route N° 14.

La topographie présente une série de rides calcaires, alignées NE-SW, et culminant vers 600 m. Le gîte principal affleure vers la cote 340, à 130 m. au-dessus du thalweg de l'Oued Begrat. La pluviométrie est assez forte, de plus de 600 mm. par an ; le niveau hydrostatique, primitivement vers la cote 300, a été abaissé grâce au travers-bancs Sainte-Barbe (cote 224).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district du Semene est situé sur la lame triasique principale de la sous-zone septentrionale de l'Atlas tunisien, à une vingtaine de kilomètres au SSW des gîtes analogues d'El Grefa, et à peu de distance au Sud de la bifurcation de Bazina. Vers le Sud, on a, à une quinzaine de kilomètres, le petit district d'Aïn Grich, et plus loin, un autre gîte de substitution, assez semblable, à 30 km. (El Haouaria).

Les trois unités stratigraphiques constituant la structure du Semene sont bien marquées par la topographie : au-dessus de l'Oued Begrat, une première ligne de mamelons marque la bordure de la lame triasique ; puis, une zone légèrement affaissée et couverte de prairies indique le synclinal pontien, surtout marneux ; et, enfin, le chaînon culminant est constitué par l'anticlinal sénonien. L'ensemble est nettement déversé vers le Sud-Est (avec lignes de contact anormal, tout le long du chaînon calcaire), à l'exception du flanc Est du synclinal pontien, modelé sur la masse calcaire, plus dure, et plissée localement en éventail dissymétrique, avec déversement à 45° sur ce flanc et en ce point.

Le Trias est constitué par une brèche argilo-dolomitique, rarement gypseuse, à blocs de quartzites, de calcaires dolomitiques, d'ophites et cristaux de quartz enfumé et de pyrite hématisée : il est visible sur toute la rive droite de l'Oued Begrat, et s'extravase nettement sur les marnes pontiennes.

Le Sénonien constitue le chaînon anticlinal, plissoté et fracturé des Djebels bou Touil et Tiour el Lil, avec :

— les marnes emschériennes, qui apparaissent vers le Nord ;
— le Campanien inférieur, calcaire et marno-calcaire ;
— le Campanien moyen, marno-calcaire et marneux ;
— le Campanien supérieur, à gros bancs calcaires très fracturés, avec quelques petits gîtes filoniens ;
— le Maestrichtien inférieur composé d'alternances.

L'EOCÈNE existe de l'autre côté de l'Oued Begrat, où les calcaires londino-lutétiens couronnent le plateau, reposant probablement sur les marnes suessoniennes.

P. TERMIER et M. SOLIGNAC avaient primitivement attribué au PONTIEN, seulement les formations conglomératiques et gréso-sableuses, à *Helix fossulata* POM. et *Archelix Solignaci* PALLARY, de quelques mètres d'épaisseur, plaquées contre les calcaires et marno-calcaires aturiens, attribuant au Suessonien les marnes situées entre cette formation et la lame triasique. Mais la coupe, donnée par le travers-bancs Sainte-Barbe, a montré que cette série marneuse comportait des intercalations gréseuses, peu compatibles avec le faciès suessonien, et se trouvait là dans une position nettement supérieure à la partie conglomératique.

Cette structure a donc été interprétée comme le flanc d'un petit synclinal pontien, pincé entre lame triasique déversée (avec escamotage de l'autre flanc) et anticlinal sénonien en éventail.

Le PONTIEN comporterait alors :

— une série magasin gréso-conglomératique, avec passées marneuses, en stratification entrecroisée, d'une dizaine de mètres d'épaisseur en moyenne, avec un banc-repère rougeâtre, formé de calcaires lacustres passant à des grès en profondeur, et qui disparaît au-dessous du niveau 270; très précieux cependant, car on en retrouve des affleurements sur près de 1.500 m., vers le NNE du gîte, seuls indices visibles de l'extension du synclinal pontien.

— une série marneuse, de 200 à 250 m. d'épaisseur, comportant des marnes grises, noires, rougeâtres, gypseuses, avec des intercalations gréseuses ou marno-calcaires.

Notons l'analogie de cette série avec le Pontien du Djebel el Grefa.

Les éluvions couvrent les zones marneuses (Pontien et Suessonien), de part et d'autre de l'Oued Begrat, dont le lit est recouvert d'alluvions peu épaisses.

TECTONIQUE

La lame triasique représente l'accident longitudinal le plus important : elle affleure sur une cinquantaine de kilomètres vers le NNE. Parallèlement à celui-ci, il y a, dans le massif sénonien et de part et d'autre, toute une série d'accidents et de décollements : véritables plis faillés sur chaque bord de l'anticlinal et faille axiale.

Perpendiculairement à la poussée, on a une série de petites failles transversales, bien visibles surtout dans les crêtes calcaires : au Nord, l'une d'elles, plus importante, causerait peut être la disparition du Pontien.

Quant aux fractures de glissement, il est possible qu'elles soient représentées par les fissures minéralisées dans le Campanien, et, peut-être, par la faille NS supposée, qui décrocherait le banc rouge vers l'Ouest, dans la région de la mine.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Comme à El Grefa, on a là deux types de gisements, l'un et le plus important dans le Pontien, l'autre dans le Sénonien :

I. — SUBSTITUTION avec imprégnation interstitielle du ciment et des lits argileux dans la partie inférieure (gréso-conglomératique) du Pontien ; la série-magasin exploitable a une épaisseur variable, d'une dizaine de mètres en moyenne, et a été reconnue sur une centaine de mètres de hauteur et sur 150 à 250 m. environ, en extension. On a vu que le banc-repère rouge du Pontien avait été, lui-même, suivi en affleurements sur près de 1.500 m. vers le NNE de la mine ; de l'autre côté, les éluvions cachent tout.

La substitution est en galène fine et assez peu oxydée dans le ciment des conglomérats et des lits marneux intercalaires. Elle s'étend localement, au voisinage du Pontien, dans les marno-calcaires maestrichtiens (avec blende).

II. — FRACTURES dans les calcaires campaniens, à remplissage, soit argileux plombifère, soit bréchique, à ciment d'argile noire imprégnée de galène (flanc NW du Kef el Laham), ou bien avec remplissage de vides en chapeaux de smithsonite (Hr es Semmane, O. ed Defla), ou encore avec calcite, galène et cérusite (flanc S-E du Djebel Tiour el Lil).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Les deux types de gisement semblent contemporains.

La GALÈNE se présente sous trois formes : en cristaux idiomorphiques, en cristaux aciculaires ou en masses de déposition rythmique à structure zonale. Elle est surtout abondante en substitution de la calcite du conglomérat, mais existe aussi dans certains galets, qui peuvent être plus ou moins métallisés ; enfin, elle peut se concentrer (dans le banc rouge, par exemple), en bandes présentant l'une ou l'autre des structures. Elle est particulièrement fine (1 à 150 microns) et peu oxydée (20 % de cérusite environ).

La BLENDE est accidentelle dans le gîte principal, mais a été rencontrée en filets dans les calcaires campaniens, et en mouches de substitution dans les marno-calcaires maestrichtiens.

La PYRITE est très rare.

La SMITHSONITE existe en chapeaux de substitution dans les calcaires campaniens.

La CÉRUSITE est toujours secondaire.

La CALCITE est une calcite de remaniement.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les affleurements calaminaires ont été découverts dès 1890, et explorés à ciel ouvert jusqu'en 1906, avec une petite production de smithsonite calcinée (327 tonnes à 40 % et 23,5 % Zn).

En 1906, la découverte du gîte de plomb principal amena l'abandon des autres travaux, et, jusqu'en 1919, il fut reconnu par la descenderie n° 1, attaquée de la cote 328 jusqu'au niveau 300, le travers-bancs n° 2, cote 300, et des allongements en direction, avec recoupes.

En 1919, le travers-bancs Sainte-Barbe fut lancé de la cote 224 pour assécher le gîte, entre les cotes 300 et 238. Il a 1 km. de long et a recoupé la minéralisation sur 33 m. (puissance 6 m. 50), avec une teneur de 8 à 10 % Pb. Jusqu'en 1932, on poussa les reconnaissances au-dessous du niveau 300 par un puits jusqu'au niveau 280, une descenderie jusqu'au niveau 268, avec allongement vers le Nord-Est, et on fit des installations de surface diverses. Les recherches ont permis de produire, de 1923 à 1927, 860 tonnes de minerai à 47 % Pb.

La mine a été arrêtée, de 1932 en 1939, par la crise.

De 1939 à 1942, on a poursuivi la reconnaissance du gîte en allongements aux niveaux 300 et 268 et l'on a fait quelques sondages, sans résultats bien nets.

En 1942, la guerre a provoqué des dégâts importants, et plusieurs années ont été nécessaires, pour remettre la mine en état et installer une flottation : entre temps, les recherches dans les fractures des calcaires campaniens ont permis de faire une petite production de scheidage.

Le tonnage total, extrait au 1er janvier 1951 est donc faible (2.200 tonnes de minerais marchands à 55 % Pb), mais on a démontré près de 500.000 tonnes de réserves à 5 % Pb, avec un prolongement très possible vers le NE.

TRAVAUX CONSULTÉS

Rapports inédits de MM. LOUGNON et J. BALCON.

Etude micrographique des minerais des mines du Djebel Semene (Rapport de l'Ecole spéciale des Ingénieurs des Mines de Madrid, 1941).

AIN GRICH

(Planche 20)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce district, peu important, se trouve dans les collines du Bejaoua, à une quinzaine de kilomètres au Nord-Est de Beja.

Il est desservi par la route N° 12, de Beja à Mateur, et la coursière de Djebel Abiod.

Les divers gîtes sont à proximité de ces deux routes et à quelques kilomètres de la station de Ksar Mezouar.

La topographie est peu accentuée, le point culminant étant le Kef Ouiba, à la cote 647, à 400 m., environ, au-dessus de l'Oued Zarga ; les gîtes sont situés vers les cotes 500 (Menngass et Laham) et 330 (Aïn Grich).

La pluviométrie est assez forte, relativement, de l'ordre de 600 mm. par an, et le pays est couvert de cultures, dans les zones marneuses et marno-calcaires. Il y a de nombreuses petites sources à débit régulier. Le niveau hydrostatique a été rencontré, à faible profondeur, dans les travaux miniers, aux cotes 497 (Kef el Laham) et 325 (Aïn Grich).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Cette région est formée d'un petit anticlinal sénonien, plissoté et faillé, en écailles, en bordure d'une lame triasique, apophyse du massif important du Munchar.

Le Trias est formé d'une brèche argilo-dolomitique à blocs de cargneules, de calcaires dolomitiques noirs et d'ophites ; la mylonite de contact constitue le magasin du petit gîte du Kef el Laham.

Le Campanien comporte les calcaires et marno-calcaires inférieurs et les calcaires blancs massifs supérieurs ; le Campanien moyen, marneux, est partout recouvert. Au-dessus, des marno-calcaires représentent le Maestrichtien inférieur.

C'est le magasin des gîtes filoniens, avec remplissage de vides.

Les marnes suessoniennes sont généralement recouvertes.

Le Londino-Lutétien est formé de calcaires gris, à patine blanche, en gros bancs.

Le recouvrement (éluvions) est étendu dans toutes les zones marneuses et marno-calcaires.

TECTONIQUE

Le petit massif triasique du Kef el Laham jalonne une faille longitudinale, d'allure WSW-ENE, et qui se détache, probablement, de l'alignement triasique important El Grefa-Semene-Munchar-Thibar.

C'est, sans doute, l'accident majeur du district, qui sépare une zone assez calme, au Nord-Ouest, de la région à écailles campaniennes et éocènes d'Aïn Grich, où l'on a, certainement, de nombreuses failles parallèles le long des divers chaînons calcaires.

Ce n'est guère que dans les divers gîtes, que les travaux ont mis en évidence des failles transversales (qui limitent les lentilles d'Aïn Grich et du Kef el Laham), et des fractures de glissement E-W.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Ce district, très peu important, ne comporte que de petits gisements, mais il est intéressant par suite de la présence d'un B. P. G., à forte prédominance de pyrite.

I. — Kef el Laham. — Gîte d'imprégnation, en smithsonite, passant à un B. P. G., à prédominance de blende. Le Trias, déversé à 30° sur les marnes suessoniennes, constitue le toit du gîte.

Deux lentilles minéralisées, à pitch nord, ont été reconnues dans la zone mylonitique de contact, à une soixantaine de mètres de distance.

La lentille A, à l'Est, la plus importante, s'étendait sur une section maxima de 1.000 m2 (50 × 20) et une vingtaine de mètres suivant le pitch.

La lentille B affleurait à la cote 503 avec une centaine de mètres carrés de section et n'a pas été retrouvée à la cote 480 : elle doit être tout à fait superficielle.

La minéralisation, très irrégulière et très oxydée, comportait 2/3 de smithsonite et 1/3 de B. P. G.

II. — Kef el Menngass. — C'est encore un petit gîte d'imprégnation B. P. G., au contact Trias-marno-calcaires aturiens, avec légère substitution dans ces derniers, ainsi qu'un petit filon calaminaire E-W, de 40 cm. de puissance ; ces gîtes ont été reconnus, sur une dizaine de mètres seulement, en direction et en hauteur.

A 2 km. au Nord-Est, dans le même alignement, à la pointe du Djebel el Kermate, existent des indices calaminaires (avec calcite et hydrozincite), dans les fractures des calcaires campaniens.

III. — Ain Grich. — Filon-faille, NNE-SSW, avec petit amas (de remplissage de vide), au contact de marno-calcaires et calcaires aturiens, au mur, et de marnes suessoniennes au toit. Cette zone minéralisée a été reconnue sur 120 m. en direction, avec une partie septentrionale, très oxydée en smithsonite ferrifère (avec des passées de 4 m. de puissance) ; et, au Sud, la lentille surtout pyriteuse, à pitch 45° NW, qui s'étendait sur une section moyenne de 320 m2 (40 × 8), et une hauteur d'une trentaine de mètres, seulement.

La marcassite-pyrite est accompagnée de blende (4 % Zn), et se charge de galène, à proximité des épontes, surtout calcaires.

Notons que toute cette zone d'Aïn Grich est très recouverte, et qu'il est possible qu'on ait de petits amas analogues, dans le même alignement.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Le B. P. G. est variable, à prédominance de blende (Laham et Menngass) ou de marcassite-pyrite (Aïn Grich).

La Blende est jaunâtre, à larges facettes, ou noirâtre à grains fins. Elle est ferrifère (*Marmatite*).

La Marcassite et la Pyrite sont massives ou concrétionnées, à grains fins.

La Galène est à larges facettes, non oxydée.

La succession est la suivante :

Galène
Marcassite-Pyrite
Blende
Calcite secondaire

La SMITHSONITE est généralement pauvre (30 à 35 % Zn, dans les parties les plus riches) ; très ferrugineuse, elle passe même, à Aïn Grich, à la MONHEIMITE.

La gangue est constituée par des argiles, des brèches calcaires ou dolomitiques, et de la CALCITE blanche, à grosse maille.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — KEF EL LAHAM

Ce gîte, découvert dès 1893, fut exploré par galeries et puits, et exploité, à ciel ouvert, dans ses zones les plus riches, de 1897 à 1903, avec une production de 400 tonnes de calamine calcinée. Puis, diverses recherches, par sondages et galeries, au Nord-Ouest, n'ayant pas donné de résultat, la mine fut abandonnée en 1905.

Les travaux furent repris, de 1920 à 1923, par les niveaux 504, 498 et 486, et un permis d'exploitation accordé en 1923 ; la lentille principale fut exploitée à ciel ouvert, jusqu'à la cote 504, et, souterrainement, jusqu'à la cote 498, avec une production de 900 tonnes de calamine à 25 % Zn, et 130 tonnes de mixtes à 32 % Zn et 8 % Pb. Mais la mévente des minerais de zinc amena l'abandon de la mine en 1927.

II. — KEF EL MENNGASS.

Ce petit gîte, connu depuis 1899, a fait l'objet de travaux de reconnaissance, surtout de 1910 à 1914 (puits-descenderie et petit travers-bancs) ; ce dernier a été repris en 1950.

D'autres travaux, peu importants également, ont porté de 1908 à 1910, sur le gîte du Djebel el Kermate.

III. — AIN GRICH

Ce gisement fut étudié, de 1899 à 1905, par puits de 15 m. et 2 niveaux, puis par descenderie ; le permis d'exploitation fut institué en 1905, et un four installé. L'affleurement calaminaire fut alors dépilé, à ciel ouvert, sur 14 m. de longueur, 4 m. de largeur et 5 m. de hauteur, avec une production de 1.300 tonnes de calamine ferrugineuse à 29 % Zn. La mine fut noyée en 1907, et le permis annulé en 1914.

Les travaux furent repris de 1927 à 1929 : deux puits de 30 et 32 m., avec 2 niveaux — 10 (de 120 m.) et — 18, avec recoupes, découvrirent la lentille pyriteuse, mais celle-ci n'avait, à l'époque, aucun intérêt économique ; ce n'est qu'en 1944, qu'une première tentative d'exploitation fut ébauchée à ciel ouvert, sans succès. On reprit alors les anciens travaux (puits 2 et niveau — 10), ainsi qu'une descenderie d'extraction.

Un nouveau permis d'exploitation fut institué en 1945, et on installa un petit atelier de concassage. En 1946, une prospection électrique (par P. S.) délimitait la lentille pyriteuse, qui fut alors dépilée entre les niveaux — 17,50 et — 12, puis — 26 à — 17,50, avec une production de 15.000 tonnes de pyrite (à 46 % S), et 300 tonnes de pyrite plombeuse à 5-6 % Pb (en stock). La mine était abandonnée en 1950, par suite de l'épuisement du gîte et de la mévente de la pyrite.

La production totale en métal de ce petit district ne s'élève qu'à 700 tonnes de zinc et 12 tonnes de plomb.

EL HAOUARIA

(Planche 21)
(Planche-photos IV-6)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes d'El Haouaria sont situés dans le Bejaoua, entre la route N° 6, de Tunis à Souk el Arba, et la voie ferrée. On accède aux anciennes installations du gîte principal, par une bonne piste de 2 km., à partir de la route N° 69, à 6 km. des stations de Beja et Pont de Trajan (Tunis à 123 km.).

Le Bejaoua est un pays mollement vallonné : les points culminants de cette région se trouvent vers la cote 350, et les divers gîtes s'étagent entre les cotes 200 et 275. Cette zone est très fertile et recouverte de prairies et de champs cultivés : les affleurements sont réduits aux écailles calcaires et aux bancs gréseux.

La pluviométrie est relativement forte, de 6 à 800 mm. par an, et les sources ont un débit assez régulier (1/2 litre-seconde pour l'Aïn el Haouaria). Le niveau hydrostatique se trouve vers la cote 210, dans la mine, et la venue d'eau y est d'environ 5 litres-seconde.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district El Haouaria-Rhar et Tine paraît se trouver sur une troisième apophyse tectonique, dépendant de l'alignement majeur de la sous-zone des écailles, dont les gîtes importants les plus proches seraient le Semene, à une quarantaine de kilomètres au Nord-Nord-Est, et Djebba, à une vingtaine de kilomètres au Sud. Nous avons étudié les gîtes de la deuxième apophyse, à une dizaine de kilomètres vers le Nord et le Nord-Est (Aïn Grich-Chara-Hallouf-Sidi bou Aouane).

Les gîtes d'El Haouaria se trouvent dans des formations gréseuses, déversées vers le Sud-Ouest, et constituant probablement un compartiment miocène, coincé entre la zone à écailles éocènes du Bejaoua et le gros massif triasique d'Oued Zarga-Thibar.

L'Eocène est représenté par les calcaires londino-lutétiens, subcristallins, gris, à patine blanche, à Térébratulines, Echinides et Nummulites (*N. distans* Desh., *N. Tchihatcheffi* d'Arch. et *N. atacicus* Leym.).

Ils reposent sur les marnes suessoniennes, toujours recouvertes dans cette région.

Le Burdigalien comporte :

— conglomérat de base, grossier, à éléments éocènes ;

— grès coquillier gris à *Pecten Fuchsi* Font., et alternances d'argiles grises et de grès sableux rougeâtres, jaunâtres ou blanchâtres.

Les grès constituent la série-magasin d'El Haouaria.

Le recouvrement (éluvions) cache toutes les formations marneuses.

TECTONIQUE

La structure d'El Haouaria est caractérisée par l'allure renversée de la série : les formations burdigaliennes s'enfoncent sous les formations éocènes.

Il y a, probablement, dans cette région, une série de failles longitudinales d'effondrement, délimitant divers paliers en bordure du fossé de la Medjerda. L'une de celles-ci doit être en prolongement nord-oriental de la lame triasique qui limite, vers le Nord-Ouest, la formation de Rhar et Tine.

Les fractures de glissement ENE-WSW sont nombreuses et très apparentes dans les chaînons éocènes et les bancs de grès burdigaliens. La déviation subie par ceux-ci, à l'Aïn Zebda, au Nord de la mine, serait peut-être due à une décrochement de cet ordre.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les affleurements gréseux s'étendent sur 3 km., environ, et ont été explorés dans la région de l'Oued Barche et à El Haouaria.

I. — OUED BARCHE. — Gîte de substitution en *colonnes*, avec fractures de glissement, minéralisées en smithsonite et cérusite ; le gîte principal s'étendait sur une trentaine de mètres en allongement et en hauteur, avec une puissance moyenne de 80 cm. Au contact marneux, au toit des grès, existe une autre bande minéralisée en sulfurés (blende et galène).

II. — EL HAOUARIA. — C'est un gîte analogue, mais plus important, reconnu sur 400 m., environ, d'allongement, avec des zones d'enrichissement, en *colonnes*, au contact et au voisinage du toit marneux, et en filets transversaux.

La *colonne principale*, au Nord, reconnue sur 110 m. de hauteur, s'est montrée très variable en allongement (20 à 60 m.) et en puissance (1 à 10 m., représentant 10 à 80 cm. de puissance réduite). De cette colonne, entre les niveaux — 75 et — 90, se détachait une apophyse en fuseau (N 60° W), reconnue sur une quinzaine de mètres de hauteur et 20 m. d'allongement, avec une puissance allant de 25 à 30 cm., aux extrémités, à 3 m. au centre.

La *colonne bis*, au Sud, a été reconnue sur 75 m. de hauteur, avec 35 m. d'allongement et une ouverture moyenne de 1 m. 50 (soit 20 cm. de puissance réduite).

La *zone nouvelle*, à 70 m. au Sud, présente, également, une *colonne* au contact, reconnue sur 35 m. de hauteur, 20 m. d'allongement et 15 cm. de puissance réduite moyenne, et quatre filonnets transversaux de galène et cérusite, suivis dans les grès sur 15 à 20 m. d'allongement, avec une puissance réduite de 2 à 20 cm.

La minéralisation est surtout plombeuse et très oxydée.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE, très fine et très oxydée, se présente, soit en substitution dans le ciment de calcite des grès, soit en minces filets dans les diaclases. Elle n'est pas argentifère.

La BLENDE, très fine et jaunâtre, est accidentelle.

La CÉRUSITE, noire, comporte toujours des résidus de galène ; elle descend bien au-dessous du niveau hydrostatique actuel.

La SMITHSONITE, n'a guère été rencontrée que dans les fractures des grès de l'Oued Barche : elle est massive, grisâtre et pauvre (18 % Zn).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Le gite principal d'El Haouaria, découvert en 1899, fut reconnu, jusqu'en 1902, par neufs puits ; le niveau 0 (vers la cote 210) fut tracé, avec exploitation de l'amont-pendage. Le permis d'exploitation était institué en 1906, et, jusqu'en 1914, les travaux se développèrent, avec 4 puits donnant accès aux niveaux — 20, (1907), — 30 (1908), — 50 (1910) et — 70 (1914) ; une laverie gravimétrique était alors installée; les dépilages des parties riches de la colonne principale et des 4 filets de la colonne bis furent achevés jusqu'au niveau — 50 (cote 160 environ) ; après un arrêt de 1914 à 1916, les travaux reprirent jusqu'en 1931, avec diverses vicissitudes, dues principalement aux venues d'eau et à la mauvaise tenue des terrains : le niveau — 64 fut tracé, ainsi que le niveau — 90, à partir d'une descenderie, et l'exploitation se porta sur les anciens remblais, la *colonne principale* et le *filon 2* entre les niveaux — 70 et — 90. Deux carrières furent ouvertes au Nord et au Sud du gîte.

Par suite de l'abandon des travaux, en 1931, la mine fut noyée jusqu'au niveau — 22. A partir de 1936, on reprit les recherches aux niveaux 0 et — 20, par recoupes vers le mur et allongement vers le Nord ; le dénoyage (6 litres-seconde) parvint au niveau — 50, mais la mine fut à nouveau abandonnée en 1940, et noyée jusque vers la cote 208. Depuis, on a fait, en 49-50, de petites recherches sans résultat.

La production s'élève, cependant, à près de 12.700 tonnes de galène et cérusite (représentant près de 7.000 tonnes de plomb métal).

II. — Au Djebel Barche, une petite zone intéressante fut exploitée par deux puits et 3 niveaux, sur une trentaine de mètres de hauteur, de 1902 à 1906. On essaya, par la suite, de reprendre ces travaux, sans grands résultats, en 1909-1911, 1925-1927 et 1936-1937. La production de ce permis s'élève à 500 tonnes, environ, de mixtes à 40 % de plomb et zinc.

Rhar et Tine

La série-magasin miocène d'El Haouaria s'étend sur une dizaine de kilomètres vers le Sud-Ouest, jusqu'au voisinage d'une lame triasique, qui est probablement une apophyse occidentale du massif Oued Zarga-Thibar.

A proximité, se trouve le gisement de Rhar et Tine, qui représente certainemnt le prolongement d'El Haouaria-Barche, à 8 km. C'est encore un gîte de substitution en galène, cérusite, smithsonite et blende, dans le ciment calcaire de grès, occupant une position analogue à ceux du Djebel Barche, mais au voisinage du Trias.

L'affleurement gréseux est visible sur 200 m. de largeur et 800 m. en direction ; mais la minéralisation, surtout plombeuse et oxydée, très irrégulière, paraît se cantonner seulement sur 1 à 2 m. d'épaisseur, près du contact-Trias, et s'appauvrir rapidement en profondeur.

Connu depuis 1905, ce gisement a été exploré à diverses reprises par galeries, tranchées et puits. Un échantillonnage très limité, pratiqué en 1937, a trouvé des teneurs de 3 à 5 % Pb sur les premiers mètres, puis un appauvrissement rapide en profondeur (moins de 1 % Pb, au-dessous de 15 m.).

DJEBBA

(Planche 22)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes de Djebba s'étagent sur les premiers contreforts de la table du Djebel Goraa, en bordure sud-occidentale de la plaine de la Medjerda, à quelques kilomètres au Sud de Thibar.

On accède au gîte principal et aux installations, par une bonne piste de 3 km., qui débouche sur la route N° 68, de Souk el Khemis à Teboursouk, à 11 km. de la station de Sidi Smaïl (à 120 km. de Tunis). Les autres gîtes sont à proximité de cette même route.

Le relief est accentué : la *table* du Goraa se dresse sur l'horizon à près de 900 m. d'altitude, à 600 m. au-dessus de la plaine de Thibar et les gîtes principaux sont sur le flanc, vers la cote 500.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an, et les sources sont nombreuses et abondantes sur tout ce versant : aussi, les jardins et les cultures sont-ils développés et rendent la prospection et les observations difficiles.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Djebba se trouve sur la bordure méridionale de la lame triasique majeure de la sous-zone des écailles : le Djebel Semene (à 60 km au NE) et le district de Nebeur (à 35 km. au SW) constituent les gisements conséquents les plus proches, sur cet alignement.

La structure de Djebba est remarquable par le synclinal éocène perché du Goraa, sous lequel s'enfoncent, de façon régulière, les formations crétacées, constituant le flanc sud d'un anticlinal tronqué par la lame triasique.

Au Nord-Ouest, la plaine disparaît sous un recouvrement étendu de formations récentes, reposant probablement sur le Trias. Entre ces deux unités, et autant qu'on puisse le voir, existe une zone brouillée, avec des lambeaux tertiaires, alignés le long du Trias.

Le Trias est extrusif et formé d'une brèche gypso-dolomitique à blocs de calcaires dolomitiques, de grès et d'argiles.

Le Cénomanien comprend des calcaires jaunâtres en gros bancs avec, à la base, des marnes à intercalations.

Celles-ci forment une série très épaisse avec faune Vraconienne vers le sommet ; la base doit déjà appartenir à l'Albien.

Le Turonien n'a pu être déterminé paléontologiquement : il doit comporter le sommet des calcaires du Bou Touil.

L'Emschérien est aussi très recouvert : il est formé de marnes noires, avec, au Bou Touil, petits bancs marno-calcaires à *Plesiaster Peini* Coq.

L'Aturien disparaît aussi, en partie, sous le recouvrement; à l'Est, on distingue : le Campanien inférieur, marno-calcaire et calcaire ; le Campanien moyen, mar-

neux et marno-calcaire ; le Campanien supérieur-Maestrichtien, formé de calcaires crayeux blancs en gros bancs.

Les marnes SUESSONIENNES ne sont généralement pas apparentes.

Le LONDINIEN-LUTÉTIEN de la corniche donne la coupe suivante :

— marnes glauconieuses et phosphatées avec calcaires à silex..... 15 m.
— calcaire gris subcristallin à *Nummulites Pomeli* FICH..... 10 m.
— marno-calcaires et calcaires ..... 40 m.
— calcaires blancs avec lits de nodules siliceux à *Nummulites Pomeli* FICH. et *Ostrea* cf. *bellovacina* LAMK..... 7 m.
— marnes et calcaires ..... 13 m.
— calcaires cristallins gris avec lits marneux à *Nummulites Pomeli* FICH., *N. distans* DESH. et *N. Tchihatcheffi* D'ARCH..... 30 m.
— alternances de marnes et de calcaires à *Nummulites gizehensis* FORSK., *Nummulites curvispira* SAVI et MENEGH. et *Ostrea strictiplicata* RAULIN et DELBOS ..... 15 m.

Les formations de marnes, grès et lumachelles, qui occupent la cuvette synclinale du Goraa, ont été attribuées au PRIABONIEN. Les formations de Seba Aouinet, et celles qui sont en bordure de la lame de Trias, sont probablement récentes, mais n'ont pu être datées avec précision (NÉOGÈNE ou QUATERNAIRE ANCIEN).

Le recouvrement comprend des éluvions, avec énormes blocs de calcaires éocènes provenant du démantèlement de la corniche du Goraa.

TECTONIQUE

La structure du synclinal du Goraa est assez régulière dans sa partie septentrionale, mais elle est tronquée obliquement par un important accident, de direction générale NE-SW, marqué par une lame triasique, avec failles parallèles et décrochements E-W et NNE-SSW.

Vers le Sud-Ouest, on a supposé des failles d'effondrement, qui doivent limiter les paliers successifs, jusqu'à la plaine de la Medjerda. Ces failles, ainsi que les décrochements, nombreux dans l'anticlinal crétacé, sont des fractures de glissement, généralement WNW-ESE et NNE-SSW. En particulier, les formations calcaires cénomano-turoniennes sont très disloquées, avec nombreuses fractures bien ouvertes.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Cette région présente, essentiellement, des gîtes filoniens, mais sous deux aspects :

I. — FRACTURES DANS LES CALCAIRES

1. — Le gîte principal de Djebba (BOU TOUIL) comporte une série de fractures de glissement bien ouvertes et très rapprochées, dans les calcaires cénomano-turoniens, avec filets anastomosés en stockwerk entre elles. On a ainsi, du Nord au Sud :

— le filon F, qui est plutôt une zone filonienne, d'une cinquantaine de mètres de largeur, reconnue sur plus de 300 m. (avec des intercalations stériles, et des concentrations), de direction générale WNW-ESE, à pendage sud ; exploitée sur près de 80 m. de hauteur, elle paraît se coincer dans les marnes du mur.

— le filon G, N 60° WS 60° E.
— le filon croiseur, NW-SE, à pendage SW, suivi sur 120 m. au 3me niveau cote 436), avec quelques belles concentrations.
— le filon D, E-W, puis S 30° E.
— le filon B, N 60° W — S 60° E, avec pendage N.
— le filon A et le filon nouveau.
— le filon 1, NW-SE.
— le filon 2, N 60° W — S 60° E, à pendage NE, reconnu sur plus de 200 m. en direction (avec un amas blendeux à l'Est).
— le filon 3, parallèle, mais très limité.
— le filon 4, N 50° W — S 50° E, à pendage SW, avec lentilles riches.

Les zones les mieux minéralisées sont les filons F et croiseur (*gîtes du Crétacé* et *des puits*), et 2 et 4 (*gîte du Bey*).

La minéralisation est presqu'uniquement plombeuse (galène et cérusite), avec un peu de smithsonite dans les parties supérieures ; la blende n'apparaît qu'à l'Est du filon 2.

2. — De petits filets analogues, ENE-WSW, à pendage 65° Sud, et NW-SE, à pendage 70° W, à remplissage ferro-barytique ou calcitique à galène, existent aussi dans les mêmes calcaires, au DJEBEL LAFFINA, à 2 km. au NE.

3. — Enfin, les calcaires éocènes du GORAA, présentent de nombreuses fractures subverticales, bien ouvertes, dont l'une comporte un remplissage de smithsonite ferrugineuse, avec boules et filets de vanadinite, NNW-SSE, au voisinage de failles importantes.

II. — FILONS-COUCHES ET FILONS-FAILLES

Les autres gîtes n'ont pas fait l'objet de travaux aussi importants, ou bien ceux-ci sont actuellement inaccessibles, et, avec le recouvrement, on voit assez mal de quoi il s'agit. Ils paraissent être en relation plus directe avec le Trias, alignés au voisinage de la ligne de contact anormal, ou sur des failles parallèles.

1. — Le gîte du DJEBEL LAFFINA est au mur des calcaires cénomano-turoniens, en contact anormal avec des marnes gypseuses, probablement miocènes, traversées, au voisinage, par une lame de Trias extrusif. Le contact est N-S, à pendage 45° E, avec une minéralisation plombo-calaminaire en *colonne*, à pitch S, reconnue sur une trentaine de mètres d'allongement et une cinquantaine de mètres de hauteur, avec une puissance moyenne de 80 cm.

2. — A Djebba, le gîte du CAROUBIER et le NOUVEAU GITE INFÉRIEUR sont en direction NE-SW, peut-être sur une même faille d'effondrement, mettant en contact des marnes au mur et une formation gréso-conglomératique, probablement néogène, au toit. Le premier est une sorte de lentille calaminaire, de plusieurs mètres de puissance, passant au B. P. G. à 25 m. de profondeur ; le second paraît être un filon-couche, assez puissant, avec smithsonite ferrugineuse au toit, cérusite et galène à vanadinite au mur.

3. — Au Nord, le gîte de SEBA AOUINET présentait un aspect analogue de filon-couche E-W, à pendage 35° S, mais la minéralisation, reconnue sur une trentaine de mètres de hauteur en deux lentilles, est uniquement calaminaire.

4. — Dans l'OUED DJEBBA, le contact triasique est minéralisé en cérusite et galène, dans des conditions assez mal définies.

5. — Enfin, toute cette zone présente d'énormes blocs de calcaires éocènes, avec minéralisation plombo-calaminaire au contact des marnes, toujours au voisinage des failles d'effondrement ou du Trias (*gîtes supérieur, inférieur* et *nouveau*).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La faille nourricière de l'ensemble des gîtes est probablement le *contact-Trias*, et la zone d'oxydation est étendue.

La GALÈNE est généralement seule avec de la calcite, en filets, constitués par des cristaux assez gros, très peu argentifère (de 2 à 15 grammes à la tonne). Elle est, parfois, remarquablement tectonisée.

La BLENDE est presque partout oxydée, à l'exception des petits amas du filon 2, 3me niveau, et du Caroubier (B. P. G. au-dessous de la cote — 25). Elle est blanche et massive.

La PYRITE est également oxydée, sauf au Caroubier.

La succession est la suivante :

Galène
Blende
Pyrite

La SMITHSONITE est en masses holocristallines, à cristaux fins (de 45 à 130 microns).

La VANADINITE est en amas de très petits cristaux rouges (de 160 à 800 microns).

La DESCLOIZITE lui est associée, assez rarement, sous forme cryptocristalline.

La gangue est ferro-barytique au Laffina, calcitique à Djebba, et ferrifère au Goraa.

La métallogénie de ce dernier gîte a été étudiée en détail par M. SOLIGNAC, qui y distingue : une zone profonde, caractérisée par l'épigénisation d'un carbonate de fer rhomboèdrique, une zone superficielle caractérisée par l'épigénisation d'une goethite par un gel d'hydroxyde ferrique, à travers lequel a diffusé ensuite une solution de carbonate de zinc : et une zone de recristallisation de la smithsonite seule.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Les gîtes de galène du DJEBEL BOU TOUIL ont été explorés par de nombreux puits romains, dans la région dite du gîte des puits ; et de vieux remblais ont été retrouvés jusqu'au niveau hydrostatique. Au siècle dernier, le gouvernement tunisien de Khereddine avait essayé d'exploiter cette zone, mais sans succès. Puis, vers 1874, une société espagnole s'attaquait au gîte, qui donna lieu à une petite exploitation de plomb.

La calamine y fut déterminée en 1891 et les travaux d'exploration commencèrent en 1896 : le gîte de plomb de Bou Touil étant considéré comme inexploitable, on reconnut les gîtes calaminaires du *Jardin*, avec petites exploitations à ciel ouvert sur les gîtes *supérieurs* (1.100 tonnes de calamine plombeuse à 22 %), *inférieur* (620 tonnes de calamine plombeuse à 27 %) et *nouveau* (près du Bordj) ; et l'on installa des voies de roulage et des fours de calcination.

La concession fut alors instituée en 1900, et l'exploitation des gîtes calaminaires du Goraa et du Jardin se poursuivit jusqu'en 1904, parallèlement aux travaux de recherches dans le gîte plombeux, dit du *Crétacé*, par les T B 1 (cote 539) et Grand (cote 550), en descenderie (cote 520) et allongements, puis par le T B n° 3 (cote 472), à partir duquel furent dépilées les parties riches du gîte du *Crétacé*, et découverts les filons du *Bordj*, par la grande traverse N-S (en 1906). Entre temps, était exploité, à ciel ouvert, le *gîte nouveau*, et on attaquait le T B n° à la cote 442, dans le Trias, puis dans les marnes sur 150 m., puis les marno-calcaires ; ce T B de 330 m. s'est éboulé vers 1910.

En 1908, l'on poursuivit les travaux dans le *nouveau gîte inférieur,* l'*Oued Djebba* en descenderie, et l'on termina le dépilage du *gîte nouveau.* En 1912, un autre T B 4 fut fait à la cote 452, et maçonné pour le dénoyage (10 litres-seconde).

Jusqu'en 1914, les parties riches des différents gîtes étaient dépilées. La mine fut arrêtée pendant la guerre, puis les travaux de recherches étaient repris : au 2me niveau, la grande traverse sud butait aux marnes à 320 m., sans avoir rencontré de fracture intéressante au Sud du filon 4. L'exploitation porta, à partir du 3me niveau, sur les filons F et B, 2 et 4 et le croiseur.

En 1923, la galerie d'écoulement ou T B 4 était reprise en recherche : une traverse NE, à travers les calcaires, recoupait divers indices plombeux sur 230 m.

Une reconnaissance, en puits et galerie, sur le gîte du *Caroubier,* à 500 m. au Sud du Bordj, permit de faire une petite production de calamine.

En 1928, une laverie gravimétrique fut installée et l'on commença à envisager l'exploitation à ciel ouvert du gîte du *Crétacé* par 7 gradins, cotes 518, 508, 498, 491, 480, 472 et 462.

La mine fut arrêtée pendant la crise, de 1931 à 1937, puis de nouveau, de 1942 à 1949. En 1950, la laverie était remontée, et l'exploitation à ciel ouvert reprise sur les gîtes du *Bey* et du *Crétacé,* mais la teneur est très faible (moins de 1 % Pb) ; une campagne de sondage est entreprise, vers le Sud-Est des gîtes, et de petites recherches amorcées sur les anciens gîtes du *Caroubier,* du *nouveau inférieur,* et de l'*Oued Djebba.*

La production de Djebba, depuis l'origine jusqu'au 1er janvier 1951, est de 11.000 tonnes de calamine calcinée à 34 % Zn, 17.500 de galène à 62 % Pb et 20 tonnes de blende à 43 % Zn.

II. — En ce qui concerne les permis avoisinants, à SEBA AOUINET, les affleurements, découverts vers 1900, étaient explorés par tranchées et descenderies, avec une petite exploitation, par puits avec 3 niveaux, jusqu'en 1913. Des puits de recherches furent, par la suite, forés à diverses époques ; mais la venue d'eau était toujours trop forte, relativement aux moyens d'exhaure. La production totale s'élève à près de 1.500 tonnes de calamine calcinée à 47 % Zn.

III. — Le gîte du DJEBEL LAFFINA a été découvert en 1899 et étudié, à partir de l'affleurement, cote 536, par une descenderie et des travers-bancs avec 6 niveaux (521, 516, 512, 508, 502 et 496), et une descenderie jusqu'à la cote 486 ; en 1926, un travers-bancs, cote 422, ne put être poussé jusqu'à l'aplomb du gîte, et un autre, cote 462, ne le retrouva point. La mine est arrêtée depuis 1931. Une petite exploitation a produit, de 1925 à 1928, une centaine de tonnes de minerais de plomb à 42 % et une dizaine de tonnes de mixtes.

La production de l'ensemble de cette zone, en métal, est de 4.400 tonnes de zinc et 11.000 tonnes de plomb.

TRAVAUX CONSULTÉS

M. SOLIGNAC. — *Les minerais de zinc et de vanadium du gîte de Djebba,* Congr. Int. Mines, VIIe session, Paris, 1935.

L. CALEMBERT. — *Rapports inédits* (1940-1946).

REGION DE NEBEUR

(Planche 23)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les trois concessions voisines de Melaliss, Oued Kohol et Nebeur, sont situées entre Souk el Arba et le Kef, sur les premiers contreforts qui bordent, vers le Sud, la plaine de la Medjerda. Les gisements sont au voisinage de la route N° 17, de Tabarka au Kef, et dans un rayon de quelques kilomètres autour du village de Nebeur, qui se trouve à une trentaine de kilomètres de la station de Zafrane (Tunis à 190 km.).

La région est assez accidentée et découpée en crêtes et ravins profonds, le point culminant étant à la cote 867, à 500 mètres environ au dessus de la plaine de Nebeur; les différents gîtes sont situés entre les cotes 620 et 740 (Melaliss), 510 à 650 (Oued Kohol), et 400 à 470 (Nebeur).

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an, et il y a de nombreuses sources à faible débit, à l'exception de l'Aïn el Hammam, près de Nebeur (14 litres-seconde). Le niveau hydrostatique n'a pas encore été atteint dans les travaux de mines.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Nebeur est situé au voisinage de jalons triasiques, faisant partie de l'alignement Thibar (avec le district de Djebba, à 35 km. au NE) Debadib (avec le petit district du Zag et Tir, à 35 km. au SW).

La structure est très complexe, en terminaison périclinale du synclinal du Kef, et à l'intersection des deux anticlinaux crétacés (avec lames de Trias extrusif) de l'Oued Mellegue et de Berkouchia, cernant la fosse de subsidence quaternaire de Nebeur.

Le TRIAS est formé de la brèche gréso-dolomitique, habituelle en Tunisie septentrionale, mais peu gypseuse ; il a une allure tout à fait capricieuse, en petits massifs, avec des apophyses tentaculaires.

On a attribué à l'APTIEN les formations sans fossiles du Djebel Sidi Amor, qui constituent un énorme bloc paraissant emballé dans le Trias.

— Marnes schisteuses avec bancs de grès et quartzites.

L'ALBIEN-VRACONIEN est constitué par une série marneuse puissante, avec des alternances de calcaires en plaquettes, contenant vers le sommet la faune vraconienne : *Turrilites scheuzerianus* BOSC., *Turrilites Bergeri* BRONGN., *Mortoniceras inflatum* SOW., *Hamites* cf. *armatus* SOW., *Scaphites* cf. *obliquus* SOW. et *Acanthoceras Martimpreyi* COQ.

Le CÉNOMANIEN, qui constitue la plupart des crêtes calcaires de la région (Melaliss et Djebel Freche), est formé d'alternances marno-calcaires, surmontées par une assise de calcaires massifs. Ces derniers, dont le sommet est, peut-être, déjà turonien, forment la série-magasin de la plupart des gîtes de cette région.

Le TURONIEN comprend une série puissante de marnes, à intercalations marno-calcaires, surmontée par une petite barre calcaire formant crête. Bien développé au Sud de Nebeur, cet étage paraît laminé en grande partie au Melaliss.

L'EMSCHÉRIEN est formé d'une puissante série marneuse, caractérisée par la présence de quelques bancs marno-calcaires, à *Inoceramus siccensis* PERV. et *Plesiaster Peini* COQ. (vers la base).

L'ATURIEN comprend : les calcaires et marno-calcaires du Campanien inférieur, les marnes et marno-calcaires du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur à *Hamites* sp., *Inoceramus regularis* D'ORB. et *Stegaster altus* SEUNES ; les marno-calcaires et marnes du Maestrichtien inférieur et la partie inférieure des marnes suessoniennes à *Serpula umbonata* SOW., *Balanocrinus africanus* LORIOL et *Pentacrinus Peroni* LORIOL.

On a rapporté au BURDIGALIEN, quelques lambeaux de grès à Pectinidès, qui existent aux abords de la plaine de Nebeur, et au PONTIO-PLIOCÈNE, la puissante série de marnes, grès et conglomérats, qui s'étend jusqu'au Mellegue et qui débute ici, au Nord du Melaliss.

Le recouvrement est surtout étendu sur les marnes emschériennes qui ceinturent le Djebel Goufaï (éluvions), et la fosse d'effondrement de Nebeur est formée d'alluvions très épaisses.

TECTONIQUE

Cette structure, assez simple dans la terminaison périclinale du synclinal du Kef (Djebel Goufaï), se complique étrangement aux abords du fossé de Nebeur, qui est encadré par deux anticlinaux, plus ou moins déversés vers le Sud, avec des failles longitudinales, ou légèrement obliques sur la direction tectonique principale, marquées par des jalons triasiques.

Ce premier système, d'allure générale WSW-ENE, est nettement affecté par les failles et fractures transversales, d'allure NNW-SSE, en particulier, dans la région de Melaliss, au Nord.

Enfin, des fractures de glissement NW-SE et NE-SW sont assez fréquentes dans les zones minéralisées.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes et les indices plombeux de cette région, s'étendent sur une quinzaine de kilomètres, en direction NE-SW :

I. — DJEBEL RHEZLANE. — Filon E-W, à pendage S, de galène et calcite, dans les calcaires cénomaniens, reconnu sur 80 m. d'allongement et une quarantaine de mètres de hauteur, avec une puissance moyenne de 30 cm.

II. — KOUDIAT TELLET MESSAOUD. — Deux filons NW-SE, l'un subvertical, l'autre à pendage 70° W, reconnus sur une trentaine de mètres, en allongement et en hauteur, avec un remplissage de 40 cm. à 1 m. 50, rubanné (3 bandes de sidérite et calcite, à cubes de galène, séparées par deux bandes de baryte). La puissance réduite en galène peut être évaluée à 4 cm. (5 % Pb).

III. — DJEBEL RABTA. — Filon ferro-barytique (avec traces de plomb), N 60° W, à pendage 76° N, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement et 135 m. de hauteur, avec une puissance de 1 à 2 mètres, mais aucun enrichissement notable en profondeur. A 500 m. au Nord, près du contact triasique, une zone broyée présente de beaux indices de galène.

IV. — DJEBEL SIDI AMOR. — Stockwerk de galène et cérusite dans les dolomies et les cargueules triasiques.

V. — ANCIEN MELALISS. — Cinq filons, NW-SE et N-S, à pendages divers, avec zones riches très irrégulières, reconnues sur une vingtaine de mètres d'allongement

(en moyenne) et de 55 à 100 m. de hauteur, avec une puissance réduite très variable également (0 à 30 cm. de galène).

VI. — Melaliss intermédiaire. — Faisceau de fractures, N 60° W et N 10° W, à pendages variables, reconnu sur près d'une centaine de mètres de hauteur, avec une section minéralisée totale de : 15 m² au niveau 687, 13 m² au niveau 672, 12 m² au niveau 650, 2 m² 5 au niveau 628. Les fractures ont de 0 à 25 cm. de puissance réduite en galène.

VII. — Nouveau Melaliss. — Filon-faille NW-SE, vertical, reconnu sur une quarantaine de mètres, en allongement et en profondeur, avec un croiseur N 80° W, à pendage 40° N : le remplissage est bréchique, avec galène et cérusite (50 cm. à 15 % Pb). Notons que le filon-faille se trouve à 1 km., en direction SE, d'un chapeau de fer important (3 à 4 m.).

VIII. — Oued Kohol. — Série de filons subverticaux, E-W, reconnus sur une soixantaine de mètres de hauteur et de 100 à 400 m. d'allongement, avec zones riches en *colonnes* de 30 cm. à 4 m. de puissance, avec une puissance réduite en galène de 1 à 10 cm. (*Quartier Djouggar, Saint-Paul*). Filon NW-SE, à pendage NE, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement et une trentaine de mètres de hauteur, avec une puissance de 30 cm., donnant 7 cm. de galène (*Anitra*). Filon E-W, à pendage 70° S, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement et 25 m. de hauteur, avec un remplissage bréchique à galène de 1 m., donnant 5 cm. de puissance réduite (*Saint-François*).

Tous les gîtes de Melaliss et d'Oued Kohol sont situés dans les calcaires cénomano-turoniens, au voisinage de la grande faille Est-Ouest de l'Oued Kohol, sur un alignement à peu près ENE-WSW, de plus de 2 km.

IX. — Sidi Merzoug. — Filon N-S, à pendage 70° E, dans les calcaires campaniens, reconnu sur plus d'une centaine de mètres d'allongement et sur 35 m. de hauteur, avec trois *colonnes* riches de 1 m. à 1 m. 50 de puissance, à remplissage bréchique à calcite et galène (5 cm. de puissance réduite).

X. — Nebeur. — Couche de substitution ferro-plombeuse, dans les calcaires cénomaniens du Belouache, probablement lenticulaire, connue sur une épaisseur de 40 m. au quartier *Sainte-Barbe* et avec une section de 450 m² au niveau 455. Notons que tous les gîtes ferrifères de Nebeur sont plus ou moins plombeux.

En résumé, cette région comporte, essentiellement, des petits gîtes filoniens, à minéralisation presqu'uniquement plombeuse et à gangue de calcite, barytе et sidérite, et un gîte de substitution, à minéralisation surtout ferrifère.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La Galène est en gros cristaux (alquifoux), très peu oxydée dans les filons, très oxydée dans le gîte de substitution. Elle est assez argentifère (de 80 à 200 gr. à la tonne).

La Cérusite, rare dans les gîtes filoniens (sauf au Nouveau Melaliss), est abondante à Nebeur, où elle se présente en petites masses cristallines grises. Elle est argentifère (87 à 121 grammes à la tonne)

La Limonite du Belouache est massive, brunâtre ou rougeâtre, formée de *gœthite* et *stilpnosidérite*.

La Smithsonite, en masses rubannées blanchâtres ou grisâtres, n'est guère connue, en quantité notable, que dans la partie supérieure du filon Saint-Paul.

La gangue des filons est généralement de Calcite blanche, à grosse maille, passant à la Sidérite, et parfois de Baryte fibreuse blanche.

On voit que cette série de gîtes appartient à la zone surtout plombifère, qui a été reconnue, à peu près dans l'axe du sillon tunisien.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — MELALISS

Le gîte dit *Ancien Melaliss*, découvert en 1898, a été exploré, jusqu'en 1903, par les niveaux 718 et 707, puis exploité dans ses parties riches, de 1904 à 1911, par 5 niveaux, cotes 718, 707, 673, 657 et 628, au moyen d'un petit atelier d'enrichissement. La mine fut abandonnée, alors, pendant une dizaine d'années. De 1921 à 1928, ces travaux furent repris, et l'on procèda au glanage dans les anciens filons, et à l'exploitation du stockwerk, qui avait été abandonné au voisinage, ainsi que d'un nouveau filon, découvert en 1924.

En 1926, le gîte dit *Nouveau Melaliss* fut découvert et reconnu par la galerie Mouldi (cote 619) et les travers-bancs 606 et 586, puis exploité, jusqu'en 1929, entre les cotes 625 et 585.

A partir de 1928, les recherches se portèrent sur les quartiers *Rabta* (niveaux 641, 613 et 542, avec puits de 20 m., tranchées et petites galeries, cote 511, au Nord-Ouest), *Sidi Amor* (décapages) et *El Ariane* (galerie 647 et travers-bancs 614).

Mais ce n'est qu'au *Melaliss intermédiaire* que les recherches reconnurent, entre l'ancien et le nouveau Melaliss, un nouveau gîte, étudié par les niveaux 737, 687 et 650, puis, par allongements des anciennes galeries, cotes 673 et 628. La concession fut alors instituée en 1931, mais la crise ne permit la mise en exploitation qu'à partir de 1935, et le gîte fut alors dépilé par les niveaux 736, 728, 711, 706, 700, 673, 657 et 628 jusqu'en 1940. La mine fut alors abandonnée. La production totale s'élève à 5.800 tonnes de galène et 300 tonnes de cérusite.

Le gîte du DJEBEL RHEZLANE a été l'objet de recherches en 1905-1910, puis en 1922-1923 ; une petite exploitation a produit 200 tonnes de galène en 1909 et 22-23.

En 1949-50, des recherches étaient entreprises, en puits et travers-bancs, sur le gîte de TELLET MESSAOUD.

II. — OUED KOHOL

Le gîte *Saint-Paul*, découvert en 1898, fut étudié, jusqu'en 1902, par 5 puits, avec deux niveaux, cotes 655 et 639. La concession fut alors instituée, mais les travaux ne reprirent qu'en 1905, avec l'installation d'une petite laverie ; jusqu'en 1914, on exploita les parties riches du filon Saint-Paul, par quatre niveaux, cotes 655, 639, 627 et 607, et du filon *Anitra*, entre les cotes 630 et 597. La mine fut arrêtée de 1914 à 1922.

Puis, les travaux Saint-Paul-Ouest furent repris, à ciel ouvert, jusqu'en 1924. Le gîte *Djouggar* avait été découvert en 1923 et étudié par le travers-bancs 685 ; il fut exploité jusqu'en 1929, à ciel ouvert (cote 700) et par les niveaux 685, 670 et 655.

La crise provoqua un nouvel arrêt de 1929 à 1935 ; à ce moment, fut retrouvé le gîte de *Sidi Merzoug* (marqué par des travaux antiques), et, à l'exception des petites recherches *Saint-François* (galerie 633 et puits), depuis 1936, toute l'activité, d'ailleurs réduite, des exploitants s'est portée sur ce gîte, reconnu et exploité par puits et descenderies, avec divers allongements, sur une trentaine de mètres de hauteur.

La production totale s'élève à 6.000 tonnes de galène et 600 tonnes de calamine. Il reste quelques 5.000 tonnes de haldes à 7 % Pb, à Sidi Merzoug.

III. — NEBEUR

Dans la mine de fer de Nebeur, concédée en 1906, et où des travaux de reconnaissance importants avaient été effectués jusqu'en 1912, puis de 1928 à 1939, les

recherches ont été dirigées depuis 1945, sur les zones plombeuses, du quartier *Belouache* en particulier : ce gîte, étudié en descenderies, puis, par les galeries Sainte-Barbe (cote 454) et Gustave (cote 453), est exploité à ciel ouvert et a produit, au 1er Janvier 1951, 500 tonnes de cérusite et plus de 6.000 tonnes de fer plombeux (à 8-10 % Pb). A cette date, on y avait également un tonnage à la vue de 6.000 tonnes et un tonnage probable de 60.000 tonnes.

La production totale, extraite au 1er Janvier 1951, du district de Nebeur, représente 8.500 tonnes de plomb-métal, environ.

Travaux consultés

J. Morer et R. Felenc. — *Rapports inédits* (1950).

KOUDIAT ZAG ET TIR

(Planche 24)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces gîtes se trouvent sur le plateau qui s'étend, au Sud-Ouest du Kef, jusqu'à la frontière algéro-tunisienne. On accède aux mines, par diverses pistes, plus ou moins bonnes, de 1 km. (Behmia), 2 km. (Zag et Tir), 4 km. (Oum Hadhoud) et 6 km. (Saadine), à partir de la bonne piste du Garn Alfaya, qui débouche sur la route N° 5, de Souk Ahras à Tunis, à une vingtaine de kilomètres de la station du Kef (Tunis à 202 km.).

Le relief, peu accusé dans la région du Zag et Tir (cote 517), se relève, vers l'Ouest, jusqu'à plus de 600 m., à 200 m. environ au-dessus du plateau ; les gîtes s'étagent entre les cotes 470 et 550.

La pluviométrie est relativement forte, de l'ordre de 600 mm. ; l'Oued el Kohol, au Nord de cette région, a un débit assez régulier.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district du Zag et Tir est situé en bordure d'une apophyse du massif triasique important du Debadib, dernier jalon sud-occidental, en Tunisie, de l'alignement majeur El Grefa-Thibar-Nebeur, dans la sous-zone des écailles.

Cette région comporte le flanc sud d'un anticlinal crétacé, qui paraît coincé entre le Debadib et la lame triasique avancée du Zag et Tir, avec des formations transgressives, éocènes et miocènes.

Le Trias est constitué par la brèche argilo-gypseuse habituelle, à blocs de grès phylliteux, calcaires dolomitiques et cargneules, mais caractérisée, sur son flanc nord, par un contrefort dolomitique, assez régulier sur plus d'un kilomètre, et qui constitue la série-magasin du gîte du Zag et Tir ; les gisements du Behmia et du Koudiat oum Hadhoud sont dans une position analogue, mais dans une partie beaucoup plus bréchique.

L'Albien-Vraconien est formé de marno-schistes bleutés.

Le Cénomano-Turonien constitue les massifs du Tarabia et du Gassaa, à l'Ouest de la carte ; marno-calcaires en gros bancs, avec alternances à la partie supérieure. Cette série renferme les petits gîtes filoniens du Saadine.

Le Sénonien est représenté par les marnes noires de l'Emschérien, les marno-calcaires du Campanien inférieur, les alternances du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur et les alternances du Mastrichtien inférieur.

Les marnes Suessoniennes représentent, probablement, le sommet du Crétacé et la base de l'Eocène.

L'Eocène moyen est formé d'une lumachelle grise, à *Orthechinus Pegoti* Cott., *Echinolampas Goujoni* Pomel et *Ostrea bogharensis* Nic.

Le Burdigalien comprend des marnes et grès (150 m.), à *Turritella terebralis* Lamk., *Scutella* cf. *subrotunda* Lamk., *Pecten convexior* Alm. et Bof. et *Pecten* cf. *numidus* Coq.

Le VINDOBONIEN est formé de conglomérats, sables pétrolifères, grès et marnes gypseuses à *Ostrea crassissima* LAM.

Cette série est surmontée de calcaires lacustres, peut-être pontiens. Le recouvrement (éluvions) est étendu sur les régions marneuses.

TECTONIQUE

La structure est très compliquée par les apophyses triasiques du massif du Debadib : la lame principale du Koudiat Zag et Tir, dissymétrique, s'étend sur une dizaine de kilomètres, en direction longitudinale, WSW-ENE : elle affleure sur une largeur allant de 10 à 300 m. et disparaît sous le recouvrement, vers le Nord-Est. Sur le flanc oriental du Djebel el Gassaa, quelques affleurements triasiques jalonnent une faille importante, NNE-SSW, qui paraît unir le massif principal et la lame du Zag et Tir.

Des décrochements transversaux affectent les lames triasiques longitudinales.

Enfin, des fractures de glissement, de direction variée (NW-SE au Tarabia, N-S et E-W au Zag et Tir et au Behmia), existent au voisinage des zones minéralisées.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Cette région comporte deux types de gisements : des gîtes filoniens dans les calcaires cénomano-turoniens, à l'Ouest ; et, surtout, des gîtes d'imprégnation et en stockwerk, dans la brèche et les calcaires dolomitiques en bordure, le long de la lame triasique principale, sur plusieurs kilomètres.

I. — DJEBEL ES SAADINE. — Les calcaires du *Djebel et Tarabia* présentent une série de fractures transversales, minéralisées en smithsonite ferrugineuse et galène : la principale, NNW-SSE, à pendage 75 ° W, de 1 m. 50 de puissance (20 cm. de smithsonite à 30 % Zn), suivie sur une centaine de mètres en affleurements, s'est coincée à une soixantaine de mètres de profondeur ; une autre, N-S, à pendage 75° W aussi, suivie sur une trentaine de mètres, avec 50 à 80 cm. de puissance, s'est coincée également à 35 m. de profondeur.

Divers petits filets de calcite et galène, NW-SE, 75° S, existent dans les marno-calcaires de l'*Oued er Ragouba.*

Enfin, les calcaires de l'*Oued el Guizane* présentent des failles et fractures, peu importantes, N-S, à pendage 75° W, minéralisées en calcite, galène et smithsonite.

II. — KOUDIAT OUM HADHOUD. — Brèche dolomitique de bordure de la lame triasique en contact avec les grès miocènes ou divers lambeaux crétacés, minéralisée irrégulièrement en calcite et galène, et reconnue sur 200 m. environ, avec une puissance de 2 à 3 m., sur une vingtaine de mètres de profondeur.

III. — KOUDIAT ZAG ET TIR. — Contrefort dolomitique analogue, au toit de marnes et calcaires campaniens, et au mur du Trias gypseux, déversé à 80°. La minéralisation paraît plus étendue : elle a été reconnue sur 300 m. de longueur, environ, et 45 m. de hauteur ; elle est très diffuse sur une épaisseur de 2 à 5 m. (1 à 4 % Pb) ; elle est surtout plombeuse dans une gangue de célestite.

IV. — KOUDIAT EL BEHMIA. — Ce gîte est le plus oriental : brèche dolomitique avec une dizaine de petites lentilles calaminaires, de 1 à 2 m. de puissance, alignées sur 200 m. ; la principale a été reconnue sur 60 m. de longueur et 25 m. de hauteur, avec une puissance réduite de 30 à 60 cm. de smithsonite, et se chargeait de blende, au voisinage du niveau hydrostatique.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à larges facettes, peu oxydée et assez argentifère (115 grammes d'argent par tonne au Zag et Tir).

La BLENDE, compacte, grise, très fine, n'est guère connue qu'en échantillons, au Zag et Tir et au Behmia.

La SMITHSONITE est compacte ou rubannée, grisâtre, assez riche (30 à 37 % Zn).

La gangue, de CALCITE blanche, à grosse maille, dans les filons, est surtout formée de CÉLESTITE en énormes cristaux, dans les gîtes *de contact.*

Au Zag et Tir, on a la succession suivante :

Calcite primaire
Galène
Célestite
Calcite secondaire.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Tous ces gisements, bien que décrétés permis d'exploitation, à une époque ou l'autre, n'ont guère donné lieu qu'à des travaux de reconnaissance, de 1900 à nos jours.

I. — Au DJEBEL ES SAADINE, les filons calaminaires principaux ont été étudiés, de 1900 à 1905, par tranchées, descenderie et deux travers-bancs, avec allongements ; jusqu'en 1909, ils produisirent 80 tonnes de calamine à 30 %. Ces travaux furent repris de 1924 à 1929, un deuxième niveau fut tracé, et divers grattages furent entrepris sur les autres filons, sans résultat.

II. — Le gîte du KOUDIAT OUM HADHOUD fut exploré, de 1907 à 1912, par une série de tranchées, puits et petites galeries ; puis, de 1923 à 1929, de nouveaux traçages, dans les galeries, cotes 507 et 497, et un travers-bancs, cote 493, avec recoupes et puits de 6 m., produisirent une centaine de tonnes de minerais à 12 % Pb.

III. — Au ZAG ET TIR, des travaux plus importants, à ciel ouvert (carrières de 400 m2), et en descenderie et traçages, étudièrent le gîte, de 1905 à 1912. Depuis, la mine n'a guère connu qu'une remise en état des vieux travaux, en 25-26, le traçage d'une nouvelle galerie en 1942, et une exploitation à ciel ouvert qui a produit, en scheidage, 165 tonnes de galène, de 1941 à 1946.

IV. — Le KOUDIAT EL BEHMIA a été exploré, de 1900 à 1905, en descenderie et allongements dans la lentille principale ; de 1905 à 1910, un puits d'extraction, avec deux niveaux, permit de produire une centaine de tonnes de calamine calcinée à 37 %, et une vingtaine de tonnes de galène. En 1924, ces travaux furent remis en état, puis, abandonnés en 1926.

La production totale en métal, de ce district, ne s'élève donc guère qu'à 64 tonnes de zinc et 126 tonnes de plomb. Mais le Zag et Tir représenterait un tonnage de 250.000 tonnes à 2 % de plomb.

CHAPITRE IV

ATLAS TUNISIEN

Sous-zone des Dômes

La région dite *des dômes* ne représente, en réalité, que la partie sud-occidentale de la zone étudiée dans ce chapitre ; il y a encore des dômes crétacés, dans la terminaison de l'anticlinorium de la Kessera, que nous verrons au chapitre suivant. Mais les alignements d'affleurements triasiques, qui nous importent surtout, se poursuivent régulièrement jusquà la côte et permettent de considérer, cependant, cette région, comme une unité tectonique nette. Celle-ci s'étendrait, en Tunisie, sur une trentaine de kilomètres de largeur, et sur 230 km. de longueur, entre Ras el Djebel, à l'Est de Bizerte et Bou Jaber, sur la frontière algérienne.

Là encore, deux alignements de gîtes principaux, vers le Sud-Ouest, paraissent dériver d'un seul accident, marqué par les jalons triasiques d'*El Alia* et *Djedaria;* à partir de la région de Medjez, on a : d'une part, l'alignement *Fedj el Adoum, Kebbouch, Dogra, Sidïi, Garn Alfaya* ; d'autre part, l'alignement *Bou Mouss, Kef Lasfar, Knana, Koudiat Safra, El Akhouat, Bou Khil, Bou Grine, Lorbeus, Slata, Bou Jaber,* grossièrement parallèle au premier vers le Sud-Est, et à une quinzaine de kilomètres de distance ; le premier est, lui-même, situé à une distance égale de l'alignement sud-oriental de la sous-zone des écailles.

Dans cette zone, tous les types de gisements sont encore représentés, mais on peut la caractériser, à peu près, par la paragénèse galène-marcassite-pyrite-schalenblende.

EL ALIA

(Planche 25)
(Planche-photos IV-5)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes et les indices plombeux de cette région s'étendent sur une dizaine de kilomètres, en direction NNE-SSW, entre Beni Ata et Zouaouine, à l'Est d'El Alia. C'est par diverses pistes, plus ou moins bonnes, qu'on accède aux gisements, à partir de la route N° 52, de Bizerte à Porto-Farina (Bizerte à 20 km.).

On est à proximité de la côte méditerranéenne, dans ce pays de collines, situé entre les lacs de Bizerte et de Porto-Farina ; la topographie y est peu accentuée, le point culminant étant à la cote 295, à quelque 200 m. au-dessus de la plaine ; les gîtes se trouvent entre les cotes 110 et 220.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm par an, et les points d'eau sont nombreux, mais à faible débit. Tout le pays est très recouvert de champs et terrains cultivés.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district d'El Alia est le plus septentrional de l'alignement étudié dans ce chapitre, et en bordure orientale de l'accident important qui caractérise celui-ci.

La lame triasique coupe obliquement cette région, avec, à l'Ouest, un petit anticlinal crétacé-éocène, et à l'Est, un vaste monoclinal miocène.

Le Trias est constitué par une brèche argilo-dolomitique bigarrée, avec gros bancs de gypse blanc ou bariolé.

Le Suessonien est formé de marnes grises (200 m.), avec petits lits marno-calcaires vers le sommet.

Le Londino-Lutétien comprend des calcaires blancs massifs, parfois glauconieux (40 m.).

L'Eocène supérieur comporte une série marneuse, blanche ou grise.

Le Miocène, transgressif, a été subdivisé en :

Miocène inférieur : alternances bigarrées de marnes, conglomérats et grès, avec, au Sud de l'Hakima, des lits sableux ;

Miocène supérieur : celui-ci débute par des conglomérats, à gros galets éocènes, et des marnes gypseuses grises, passant latéralement au faciès flysch (alternances de marnes et de grès fins), qui envahit toute la partie supérieure de la série.

Les couches-magasins se trouvent dans le Miocène inférieur et dans le Miocène supérieur à faciès flysch.

Le Pliocène est marqué par un petit banc conglomératique ou gréseux.

Le recouvrement est composé d'éboulis, croûtes, éluvions et alluvions.

TECTONIQUE

La structure est divisée en deux par la grande faille d'El Alia, légèrement oblique sur la direction tectonique principale ; à l'Est, le monoclinal miocène est très régulier : le pendage des couches va de 50°, contre la lame triasique, à 25° vers l'Est. Autant qu'on puisse en juger, cette série est très peu faillée, à l'exception de quelques fractures de glissement, d'allure Est-Ouest, à l'Henchir Bir es Souf. Mais toute la structure bute, vers le SSW, sur une zone effondrée entre des failles transversales NW-SE.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Des indices plombeux existent sur une dizaine de kilomètres, en direction NNE-SSW, dans les formations miocènes du monoclinal d'El Alia, mais les principaux gîtes sont cantonnés dans la zone de quelques kilomètres carrés, à l'Est d'El Alia, figurée sur la carte. Il s'agit de gîtes de substitution en plomb, très oxydés, au ciment de grès, soit grossiers dans le Miocène inférieur (Djebel ez Zorhba, Bordj Hakima), soit très fins, à stratification entrecroisée, dans le faciès flysch du Miocène supérieur (Henchir Bir es Souf et Henchir el Kaouache - Oued el Morra). Partout, la minéralisation se loge également dans les fentes et diaclases des grès.

Ces divers gîtes présentent des zones d'enrichissement peu étendues :

DJEBEL EZ ZORHBA : couche de 20 cm. à 1 m. 25, avec une section de 900 m^2 (45 m. de longueur sur 20 m. suivant le pendage).

BORDJ HAKIMA : trois couches gréseuses, la plus riche étant au sommet, leur puissance réduite allant de 40 cm. à 1 m. sur une étendue de 40 à 75 m., et avec des teneurs de 4 à 12 % Pb.

HENCHIR BIR ES SOUF : trois couches sableuses de 4 à 6 m., séparées par 20 à 30 m. de marnes, la couche supérieure, là aussi, étant la plus riche, et la zone minéralisée y ayant une forme lenticulaire, de 900 m^2 de section, avec une épaisseur atteignant 1 m. 50.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est généralement très oxydée : elle se présente, soit en cristaux minuscules dans le ciment des grès, soit, à grosses facettes, dans les diaclases.

La CÉRUSITE constitue la majeure partie du minerai : elle est gris-bleutée, et comporte toujours des résidus de galène.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Ces petits gîtes, découverts entre 1906 et 1909, n'ont jamais été le siège d'une grande activité. Tous les affleurements ont été décapés par tranchées, et les travaux n'ont été poursuivis que sur les trois gisements principaux :

I. — DJEBEL EZ ZORHBA. — La couche a été reconnue par une galerie, puis deux travers-bancs, avec remontage de 20 m. suivant la pente (1911 à 1920) ; une descenderie sur le gîte, avec allongements, fut reprise, de 1926 à 1929, puis en 38-39, avec une production de 60 tonnes de grès à 6 % Pb.

II. — HENCHIR BIR ES SOUF. — La couche fut d'abord repérée en 1911, sur 150 m., par une série de tranchées; mais ce n'est qu'en 1926, qu'une zone plus riche (*lentille Peloni*) fut étudiée, par descenderie et recoupes, et à peu près dépilée. De

1936 à 1939, ces travaux furent repris, ainsi que 2 nouvelles recherches (*Cagoni* et *Napoléon*) ; la production s'élève à près de 1.500 tonnes de grès plombeux (soit 271 tonnes-métal).

II. — Bordj Hakima. — Ce gîte fut reconnu, de 1908 à 1911, par 9 chantiers à ciel ouvert, et une tentative d'exploitation fut faite, une petite laverie ayant été installée en 1911. Jusqu'en 1921, on poursuivit des recherches payantes en descenderie, et par puits et allongements. De 1926 à 1929, une galerie de recherches démontra la faible teneur de la troisième couche, et les parties riches des deux couches supérieures furent dépilées. La production était de près de 1.700 tonnes de grès plombeux (soit 278 tonnes-métal).

Tous ces travaux ont été abandonnés en 1930, et l'ensemble de ces gîtes n'aura donc guère produit que 550 tonnes de plomb-métal.

Travaux consultés

X. des Ligneris. — *Rapport inédit* (1947).

P. F. Burollet. — *Etude géologique des bassins mio-pliocènes du Nord-Est de la Tunisie.* Annales des Mines et de la Géologie, N° 7, Tunis, 1951.

DJEDARIA - DJEBEL EL AHMERA

(Planche 26)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces deux gîtes, à une dizaine de kilomètres l'un de l'autre, sont situés sur les premiers contreforts qui bordent, vers le Nord-Ouest, la vallée de la Medjerda, entre Tebourba et Medjez el Bab.

On y accède par des pistes assez bonnes, qui débouchent sur la route N° 64, et les gîtes se trouvent à quelques kilomètres de la station de Bordj Toum (Tunis à 80 km.).

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 450 mm., mais les sources sont assez nombreuses dans cette région : c'est ainsi que la laverie de Djedaria était alimentée en eau par le captage de l'Aïn Channgoura, à 2 km. de là (débit de quelques litres-seconde).

Ces contreforts sont assez escarpés : à Djedaria, le point culminant est à la cote 563, à 400 m. au-dessus de la plaine, les gîtes se trouvent vers la cote 250 ; à l'Ahmera, il est à 290 m., à 200 m. au-dessus de la plaine, et les gîtes vers la cote 220.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ces gisements sont tous deux en bordure de la lame triasique majeure de la sous-zone des dômes, à une soixantaine de kilomètres au SSW du district d'El Alia, et à peu de distance au Nord de la bifurcation de cet important accident.

Le massif triasique, qui se dresse, dans cette région, au-dessus de la plaine alluviale de la Medjerda, est en bordure d'un synclinal tertiaire faillé ; au contact, existent quelques lambeaux crétacés.

Le TRIAS est formé par la brèche gypso-dolomitique habituelle, à blocs de calcaires dolomitiques et de grès phylliteux. C'est dans ces grès qu'a été découvert un bel *Equisetites arenaceus* BRONN.

Le CRÉTACÉ INFÉRIEUR et MOYEN constitue les petits lambeaux coincés entre le Trias et le Burdigalien :

— Marnes jaunâtres barrémiennes à *Pulchellia* cf. *Moltoi* NICKLÈS, *Silesites Seranonis* D'ORB., *Holcodiscus* sp. et *Aulacobelus minaret* UHLIG.

— Marnes gypseuses grises aptiennes à *Pusozia Angladei* SAYN, *Terebratula* cf. *dutempleana* D'ORB., *Terebratula moutoniana* D'ORB., et *Belemnopsis semicanaliculatus* BLAINV.

— Calcaires en plaquettes albiens et vraconiens à *Hamites attenuatus* SOW., *Mortoniceras* cf. *inflatum* SOW. et *Lytoceras multiplexum* STOL.

Cette faune a été découverte et étudiée par P. JODOT et M. SOLIGNAC.

Le SÉNONIEN du Djebel el Rhar comprend : les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur, seuls visibles en affleurements ; les marnes et marno-calcaires du Campanien moyen et inférieur et les marnes emschériennes sont recouverts, et on ne les voit que dans les travaux.

Les marnes suessoniennes, recouvertes d'éluvions à Djedaria, manquent absolument au Djebel el Rhar ; entre les calcaires éocènes et companiens, il n'y a qu'un petit lit de marnes glauconieuses.

Le LONDINO-LUTÉTIEN est représenté par les calcaires cristallins gris, en gros bancs, surmontant des marno-calcaires glauconieux (Lanserine) ; au Djebel el Rhar, il est nettement transgressif sur le Campanien.

Le MIOCÈNE inférieur et moyen constitue un compartiment effondré du synclinal du Djebel Lanserine : c'est la série-magasin de Djedaria, avec des bancs de grès glauconieux vers la base, intercalés dans des marnes. Les grès inférieurs ont fourni : *Clypeaster intermedius* DES MOULINS ; dans les travaux, ces formations semblent lenticulaires.

On a rattaché à des formations récentes, les grès et marnes qui se trouvent en bordure nord du petit massif du Djebel el Rhar.

Le recouvrement comprend les alluvions de la plaine, des croûtes calcaires et des éluvions, surtout répandues sur les formations marneuses.

TECTONIQUE

L'accident principal de la structure est marqué par la lame de Trias en bordure du fossé de la Medjerda, et de direction générale NNE-SSW.

Des failles longitudinales, subparallèles, délimitent divers compartiments effondrés, dans le synclinal tertiaire.

Perpendiculairement à la direction tectonique, existent, aussi, quelques failles transversales à Djedaria, et, surtout, toute une série de petites fractures, découpant le chaînon calcaire du Djebel el Rhar, de direction NNW-SSE et à pendage de 50 à 70° d'un côté ou de l'autre ; ce sont ces fractures qui sont minéralisées.

Les fractures de glissement n'ont pu être observées dans les formations miocènes de Djedaria : elles sont probablement au contact des lentilles gréseuses.

GISEMENTS ET MINERALISATION

On a, là, deux types de gisements bien différents :

I. — DJEDARIA

C'est un gîte de substitution dans les grès lenticulaires burdigaliens. Dans l'Oued en Nehal, deux zones minéralisées ont été reconnues à une centaine de mètres de distance :

1. — Le *gîte nord* est uniquement plombeux (galène) ; la lentille atteint 80 cm. de puissance, elle affleure vers la cote 296 et a été reconnue, à la cote 240, sur 125 m. environ; par places, il y a une intercalation marneuse de 1 m. entre deux parties gréseuses de 50 cm. chacune ; la teneur moyenne est de 6 % Pb, mais il existe des filets de scheidage, et, parfois, des boules de galène dans les marnes, au toit et au mur du grès. La direction générale est NNE-SSW, à pendage 15 à 20° W.

2. — Le *gîte sud*, dans les grès glauconieux, est plombo-zincifère (galène et blende) ; la lentille, qui aurait une puissance moyenne de 1 m. à 1 m. 50, affleure vers la cote 292, et a été reconnue sur une cinquantaine de mètres en allongement ; elle s'appauvrit au-dessous du niveau 266, et aurait complètement disparu au niveau 240 ; la teneur moyenne est de 10-12 % Pb et 7 à 8 % Zn. La direction et le pendage sont les mêmes que pour le gîte Nord. A l'Est de cette lentille, et sur l'autre rive, paraît se trouver la prolongation du gîte.

3. — En direction, de part et d'autre du gîte principal de l'Oued en Nehal, des indices ont été reconnus et explorés superficiellement, à 1.300 m. au NE, dans l'*Oued Channgoura*, et à 700 m. au SW, dans l'*Oued el Jour*.

II. — DJEBEL EL AHMERA est un gîte filonien : remplissage de fractures transversales, à peu près méridiennes, dans les calcaires éocènes et campaniens. Toute une série de fractures, de 1 à 2 m. de puissance, à remplissage argilo-bréchique (avec filets de galène aux épontes), sont visibles, en affleurement, dans les calcaires éocènes, mais deux d'entre elles, seulement, semblent descendre : la première, affleurant à la cote 200, présente un filet de 4 à 5 cm., qui a été recoupé à la cote 171, avec 5 mm. de galène et cérusite ; la fracture principale, méridienne, à pendage 60° W, est surtout bien minéralisée (en galène à 75-80 % Pb) dans les calcaires campaniens, entre les cotes 155 et 140, sur 70 m. d'allongement environ ; elle se coince en dessous.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est assez fine, en substitution du ciment des grès et en imprégnation dans les marnes, et en petits cristaux de l'ordre de 1 mm., dans les filets de scheidage et les filons ; elle est très peu oxydée et non argentifère.

La BLENDE est très fine, rubannée, blanchâtre,

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Le district de DJEDARIA a été découvert en 1907, et le gîte principal sud était reconnu, de 1908 à 1912, par 3 galeries, cotes 292, 270 et 240, avec allongements et descenderies ; un tonnage de 10.000 tonnes, environ, était ainsi mis à la vue, mais de minerai complexe, difficile à traiter à l'époque. Par la suite, une recoupe vers le Nord, au niveau 240, découvrit le second gîte, qui fut étudié par une galerie, cote 272, et des remontages.

Une petite laverie fut installée en 1922, et ce gîte produisit alors, de 1923 à 1928, 414 tonnes de galène à 52 % Pb. En 1927, on procéda à un essai de traitement du minerai complexe du gîte sud, le zinc n'étant pas récupéré ; cet essai fut encourageant, mais, par suite de la chute des cours, l'exploitation ne fut pas entreprise. En 1932, les travaux furent abandonnés. Le permis d'exploitation fut annulé en 1948.

Depuis, de petites recherches ont été entreprises sur les affleurements, et ont produit une centaine de tonnes de minerai en 1949-50.

Les indices de l'Oued Channgoura ont été étudiés, de 1908 à 1912, et en 1924, par tranchées et deux galeries.

II. — Le gîte du DJEBEL EL AHMERA a été découvert en 1901, et des recherches, en tranchées et descenderies sur les diverses fractures, furent attaquées sur la crête du Djebel el Rhar ; puis, à partir de 1921, 3 galeries sur le flanc sud, et en 1924, les travers-bancs, cotes 145 et 153, à partir desquels fut amorcée, par descenderies et remontages, l'exploitation de la fracture principale, qui produisit une centaine de tonnes de minerai marchand, à des teneurs très variables (32 à 81 % Pb). Deux autres travers-bancs furent tracés à l'Ouest (sans résultat) et, en 1936, un travers-bancs de base, à la cote 115, avec allongements, de part et d'autre, sur 65 m., ne retrouva plus les fractures. La mine est abandonnée depuis 1930.

FEDJ EL ADOUM

(Planche 27)
(Planche-photos VII-2)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes de Nefate-Fedj el Adoum s'alignent sur le flanc occidental d'un petit massif, dans la région montagneuse située entre la plaine de la Medjerda et la plaine du Krib, à l'Ouest de Teboursouk. On accède aux installations par une piste de 10 km., à partir de la route N° 5, du Kef à Tunis, à 10 km., encore, de la station du Krib (Tunis à 139 km.).

Le relief est assez accentué : le Djebel Fedj el Adoum culmine à la cote 954, à près de 600 m. au-dessus des vallées qui l'encadrent; les divers gîtes s'étagent entre les cotes 750 et 900.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 600 mm. par an, et l'on a de nombreuses sources, assez peu abondantes, dans toute cette région ; la laverie est alimentée par les sources de Fernana (1 à 2 litres-seconde), et de Bou Kcherida. Le niveau hydrostatique, très compartimenté, se trouve localement aux cotes 650 (Bou Derouaïa), 740 (Bou Kcherida) et 760 (Dar Nahal).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

C'est le premier district important, à une soixantaine de kilomètres au Sud-Ouest de la bifurcation de Medjez el Bab ; le suivant étant le Kebbouch, à une vingtaine de kilomètres vers le Sud-Ouest.

Le massif de Fedj el Adoum, à l'intersection de deux structures simples (l'anticlinal crétacé du Jouaouda et le synclinal miocène d'Aïn el Hamra), est une région brouillée, avec lambeaux crétacés et éocènes, tout au long d'une lame triasique, d'allure très biscornue.

Le TRIAS est formé d'une brèche argilo-gypseuse bariolée, à blocs de grès phylliteux, de cargneules, de calcaires dolomitiques noirs et de calcaires siliceux, à grands cristaux de quartz verdâtre. La plupart des gîtes sont situés dans la zone de contact de cette lame triasique.

L'APTIEN apparaît dans la partie centrale de l'anticlinal du Jouaouda, avec des alternances de marnes foncées et de bancs de quartzite de 50 cm. à 10 m. de puissance. Il est possible que la base de la série (plus marno-calcaire), soit barrémienne.

L'ALBIEN est représenté par une série marneuse, de 250 à 300 m. d'épaisseur, surmontée par les alternances de marnes et marno-calcaires en plaquettes du VRACONIEN (700 m.).

Le CÉNOMANIEN comprend :

— alternances de marnes schisteuses et de calcaires noduleux à *Acanthoceras Mantelli* SOW.

— marno-calcaires bitumineux en plaquettes et calcaires gris.

C'est la série-magasin des gîtes filoniens et des stockwerks (Bou Kcherida, Fernana et Sidi Belkassem).

Le TURONIEN débute par un petit banc calcaire, surmonté par des alternances de marnes et de marno-calcaires noduleux (400 m.).

L'EMSCHÉRIEN comporte une puissante série marneuse, de 5 à 600 m. d'épaisseur, avec, vers la base, quelques bancs marno-calcaires à *Inoceramus siccensis* PERV. et des marnes à *Mortoniceras texanum* RŒMER et *Plesiaster Peini* COQ.

L'ATURIEN comprend les calcaires et marno-calcaires du Campanien inférieur, les marnes du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur à *Inoceramus regularis* D'ORB. et *Stegaster altus* SEUNES, les alternances du Maestrichtien inférieur à *Balanocrinus* et les marnes suessoniennes, entièrement crétacées dans cette région.

L'EOCÈNE comprend un petit conglomérat de base, les calcaires gris, à grosses Nummulites, du Londino-Lutétien, très mince dans cette région (de quelques mètres à 50 m.), et les marnes, grès et lumachelles du Lutétien supérieur.

La BURDIGALIEN, discordant, débute par un conglomérat de base, surmonté par des grès coquilliers et des marnes.

Enfin, le PONTIO-PLIOCÈNE constitue le synclinal de l'Aïn el Hamra : série continentale puissante, de conglomérats, argiles et grès.

Le recouvrement (éluvions et éboulis) est assez peu étendu, dans les zones marneuses, sur le flanc occidental du massif.

TECTONIQUE

J. BOLZE a pu démontrer, dans la région de Fedj el Adoum, que la phase orogénique majeure, ayant déterminé, à une époque récente (Pontio-Pliocène ou Quaternaire ancien), la structure générale de la Tunisie septentrionale, avait été précédée de trois phases préliminaires, avant le Londinien, avant et après le Burdigalien, avec une montée probable du Trias, à ces diverses époques; la mise en place finale et le déversement général, avec écailles crétacées et éocènes, pincées entre Trias et Miocène, datant, cependant, de la phase récente, ainsi, d'ailleurs, que les venues thermo-minérales.

Quoiqu'il en soit, l'accident majeur est marqué par la lame triasique, en direction longitudinale, à peu près méridienne. Les failles transversales, E-W, postérieures, sont nombreuses et correspondent généralement à des apophyses triasiques.

Enfin, il y a deux systèmes de fractures de glissement, particulièrement spectaculaires, dans les zones minéralisées de Bou Kcherida, Sidi Belkassem et, surtout, Fernana.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les divers gîtes s'alignent sur une distance de 4 kilomètres, le long du contact triasique, à l'intersection de failles transversales et de fractures de glissement. On a, ainsi, du Nord au Sud, les gîtes suivants :

I. — TABET EL HASSANE et OUED LEJBAH. — Zone ferro-calaminaire, avec mouches et patates de galène, au contact du Trias, vers l'intersection d'une fracture NE-SW, à petits amas calaminaires, dans les calcaires cénomaniens.

II. — AIN DJENINE. — Petit amas calaminaire superficiel au contact Trias-calcaires cénomaniens.

III. — AIN SAID. — Série de fractures NE-SW, dans un bloc de calcaires cénomaniens, nageant sur le Trias, avec filets de calcite et galène, interstratifiés ; l'une de ces fractures, à remplissage de 25 à 30 cm. de calcite, galène et blende, a été suivie

sur une vingtaine de mètres en allongement et une dizaine de mètres en profondeur (jusqu'au niveau hydrostatique).

IV. — Bou Derouaia. — Gîte *de contact* Trias-Cénomanien, étudié sur 200 m. de longueur et 35 mètres de hauteur avec, dans les zones riches, une puissance moyenne de 1 m., à remplissage bréchique, surtout ferro-calaminaire (avec blende et galène) au Nord, surtout plombeux au Sud, où la *colonne*, à pitch 65° N, se trouve à l'intersection d'une faille transversale Est-Ouest, comportant divers indices de part et d'autre. Cette *colonne* est reconnue, actuellement, sur 18 m² de section et 25 m. de hauteur.

V. — Bou Kcherida (à 800 m. au Sud-Est). — Gîtes filoniens, NE-SW, dans les calcaires cénomaniens, à une quinzaine de mètres du contact, avec une *colonne* principale, à pitch 75° NW, connue sur 80 m. d'allongement et exploitée sur une centaine de mètres de hauteur, entre l'affleurement, cote 801, et le niveau 706, avec une puissance de 50 cm. à 1 m. 50, et un remplissage plombo-calaminaire au-dessus du niveau hydrostatique (cote 740), et en B. P. G., à prédominance de galène, en dessous. En profondeur, le gîte a été suivi en descenderie, jusqu'à la cote 653, et reconnu sur 75 m. d'allongement au niveau 680 et 6 m. au niveau 653, avec des passages minéralisés atteignant 6 m. d'épaisseur, dont 50 cm. de galène ; la puissance réduite moyenne serait de 12 cm. de galène.

Cette zone comporte encore trois autres filons moins importants et plus irréguliers (avec des passages atteignant une trentaine de mètres d'allongement, et une puissance de 25 cm. de galène).

A une centaine de mètres à l'Ouest, existe un deuxième gîte B. P. G., d'imprégnation fissurale dans les calcaires éocènes détritiques transgressifs sur le Campanien et dans le hard-ground.

VI. — Fernana (à 800 m. au Sud), présente des gîtes filoniens analogues, avec stockwerk au voisinage : la fracture principale, NW-SE, a été reconnue sur une centaine de mètres en allongement et en hauteur, avec des zones d'enrichissement en *colonnes*, de 20 à 50 m. de longueur, avec une ouverture de 1 à 6 m., à remplissage argilo-calaminaire, avec filets et patates de galène au toit, passant du B. P. G. au niveau 720, avec prédominance de galène.

VII. — Sidi Belkassem, à 600 m. au Sud, comporte un important amas calaminaire, au contact Trias-Cénomanien, avec remplissage de vides dans les calcaires au voisinage, et stockwerk. L'affleurement calaminaire s'étendait sur 900 m² environ, avec une zone plombo-barytique de 60 m. de longueur, et de 1 m. de puissance. Cet ensemble a été exploré sur une centaine de mètres en hauteur, la section diminuant sérieusement en profondeur. Au-dessous, la minéralisation est beaucoup plus dispersée, et la smithsonite est accompagnée de B. P. G. à prédominance de blende.

VIII. — Dar Nahal, à 800 m. à l'Ouest, est un gîte de *contact Trias* et écailles crétacées, déversées et imbriquées, avec une brèche de friction, minéralisée en smithsonite (près de l'affleurement), et surtout en B. P. G., s'étendant très irrégulièrement sur une section de 800 m² environ, reconnue sur 75 m. d'allongement et une cinquantaine de mètres de hauteur, entre l'affleurement, cote 810, et le niveau 723, avec une puissance de 7 à 10 m., au maximum, et une teneur tout-venant de 0 à 2 % Pb et 2 % Zn.

IX. — Touila (à 800 m. au Sud) est un gîte *de contact*, pauvre, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement et 25 m. de hauteur, avec une puissance de 60 cm. à 1 m. de baryte plombeuse.

En résumé, la zone minéralisée Nefate-Fedj el Adoum, présente essentiellement des gîtes de *contact-Trias*, avec gîtes filoniens et stockwerk dans les calcaires cénomaniens au voisinage. Dans l'ensemble, il y a à peu près autant de zinc que de plomb.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à larges facettes (de plusieurs millimètres d'arête) ou à grains plus fins, très peu oxydée, assez peu argentifère (50 à 120 grammes par tonne). Les cristaux sont souvent déformés, ou même broyés.

La BLENDE (schalenblende) est fine, jaunâtre ou grise, à structure concrétionnée (en cocardes) et rubannée, très oxydée dans certains gîtes.

La MARCASSITE est abondante, à structure concrétionnée ou arborescente, sur un fond de PYRITE.

La MELNICOVITE-PYRITE existe en petits sphérolites jaunes, au contact des arceaux de blende, dans les structures en cocarde.

La GREENOCKITE est assez rare, en enduits jaunes sur la blende et en filets.

La SMITHSONITE, très polymorphe comme d'habitude, est souvent ferrugineuse, massive, rougeâtre, parfois feuilletée ou rubannée ; elle est assez riche (35 % Zn).

La gangue est généralement de CALCITE blanche, parfois accompagnée de BARYTE. Au Touila, elle est essentiellement barytique (avec CÉLESTITE).

Le QUARTZ est présent en sections hexagonales.

La paragénèse n'est pas constante, mais on note, en général, la succession suivante :

Galène
Blende
Marcassite-Pyrite
Calcite

HISTORIQUE DES TRAVAUX

La zone Nefate-Fedj el Adoum-Touila était divisée en trois domaines miniers, qui sont actuellement à peu près réunis ; il est plus commode d'étudier l'évolution des travaux dans chaque gîte.

I. — NEFATE

Les travaux de recherches débutèrent en 1899, par grattages sur les affleurements du Tabet el Hassane, de l'Oued Lejbah, d'Aïn Saïd et d'Aïn Djenine, et travaux plus conséquents, à ciel ouvert (cote 693), au Bou Derouaïa. Un permis d'exploitation fut accordé en 1902, un four de calcination installé, et l'on procéda, en 1903, au dépilage des lentilles d'Aïn Djenine (20 tonnes de calamine), de l'Oued Lejbah (150 tonnes) et de la partie supérieure du gîte du Bou Derouaïa (75 tonnes). Ces travaux furent abandonnés, pendant 4 ans ; puis, de 1907 à 1913, le Bou Derouaïa fut exploré en profondeur, par descenderies jusque vers la cote 650 (niveau hydrostatique local), et par les niveaux 684, 677, 667 et 658. Un travers-bancs, cote 615, ne put retrouver le gîte. Ces travaux produisirent encore quelque 200 tonnes de calamine.

Depuis 1913, ils étaient à peu près abandonnés, mais la concession fut cependant instituée en 1919, en raison des travaux du Bou Kcherida, à cheval sur la concession de Fedj el Adoum.

De petites recherches furent encore exécutées, en 1927, sur les gîtes d'Aïn Saïd (en tranchées, galerie et puits de 10 m.) et de l'Oued Lejbah (galerie). Enfin, depuis 1949, les travaux du Bou Derouaïa ont été repris vers le Sud, en descenderie et par un travers-bancs, cote 700, qui assure une petite production.

II. — FEDJ EL ADOUM

Des travaux de recherches furent exécutés, dès 1891, sur les gîtes de Bou Kcherida, du Nahal et surtout de Sidi Belkassem, et la concession fut instituée en 1894, avec des installations de triage et de calcination.

A BOU KCHERIDA se trouvait une série de puits antiques, sur les affleurements, qui furent d'abord explorés superficiellement, en 1891-92, puis étudiés, à partir de 1905, par descenderie, depuis l'affleurement, cote 801, jusqu'au niveau hydrostatique local (cote 740), avec les galeries, cotes 797, 776 et 743, et l'exploitation des lentilles calaminaires se poursuivit, à ciel ouvert, et au-dessus du niveau 740.

A partir de 1914, les recherches en profondeur furent amorcées par le travers-bancs, cote 706, avec allongements importants ; et, de 1927 à 1931, un puits intérieur de 60 m. fut foncé sous le niveau hydrostatique (venue d'eau de 1 à 2 litres-seconde), avec deux niveaux, cotes 680 (75 m.) et 653 (6 m.), reliés par descenderie dans le filon principal. On aurait là, encore, 3.000 tonnes de minerai marchand. D'autres recherches avaient été entreprises aux niveaux 797 et 725. Ce gîte, abandonné en 1931, fut noyé jusqu'à la cote 700 ; le relevage des travers-bancs 740 et 706, ébauché en 1948-49, était repris en 1951, avec allongement de reconnaissance dans la zone lutétienne.

Le gîte de FERNANA, découvert, en 1897, par une galerie de recherche, cote 780, fut d'abord l'objet d'une petite exploitation à ciel ouvert, puis, de 1903 à 1905, étudié par les niveaux 780, 774, 767 et 750, avec puits central et descenderie : l'exploitation débuta, alors, à ciel ouvert, par les 6 gradins 813, 803, 794, 779, 765 et 750. En 1909, le travers-bancs de la source fut tracé à la cote 690, sans résultat ; et une exploitation souterraine se déroula, jusqu'en 1914, entre les niveaux 779 et 750, et par traçages des niveaux 737 et 720, jusqu'à la cote 710. Depuis 1920, le gîte de Fernana n'a plus donné lieu qu'à quelques glanages dans le ciel ouvert.

Les affleurements de SIDI BELKASSEM, qui avaient donné lieu à l'institution de la concession en 1894, furent alors étudiés par les niveaux 856, 841, 826, 819 et le travers-bancs 806 ; l'exploitation à ciel ouvert se développa jusque vers 1910, sur une centaine de mètres de hauteur, par les gradins 1 (814), 2 (821), 2 bis (838), 3 (847), 3 bis (852), 4 (862), 4 bis (872), 5 (883) et 6 (899), donnant une production de plus de 20.000 tonnes de calamine calcinée.

Entre temps, des galeries de recherches, avec descenderies, explorèrent les abords de la faille et le contact, aux cotes 862, 804 et 789, avec exploitation d'une petite lentille entre les cotes 818 et 789. Sidi Belkassem est à peu près abandonné depuis 1914. Les parties pauvres de cette zone représenteraient encore une centaine de milliers de tonnes de tout-venant à 4 % Pb.

Le gîte du NAHAL, exploré en 1891-92, par divers grattages, connut, en 1906, une petite exploitation à ciel ouvert (225 tonnes de calamine). En 1947-49, les recherches par 2 galeries, cote 761, avec traçages et descenderies, et un travers-bancs, cote 723, ont démontré un certain tonnage (à faible teneur), dans cette zone ; en 1951, ce gîte est en préparation.

La zone du TOUILA a été explorée de 1900 à 1914, par tranchées, puits (cote 763), et trois travers-bancs (cotes 739 et 728) ; repris de 1920 à 1930, ces travaux, complétés par allongements au niveau 739, et diverses galeries, sans résultat, n'ont produit qu'une vingtaine de tonnes de galène.

A la mine de Fedj el Adoum, équipée, en 1910, d'une laverie gravimétrique, améliorée plusieurs fois par la suite, on a installé en 1948-50, un atelier de flottation, alimenté par la galerie de la Source à Fernana (1 à 2 litres-seconde), pour le traitement des haldes importantes et des minerais mixtes.

La production total de ce district, au 1er Janvier 1951, s'élève à 28.000 tonnes de calamine calcinée, 23.000 tonnes de galène, 6.000 tonnes de mixtes et 200 tonnes de blende (soit, en métal, 15.000 tonnes de plomb et 13.000 tonnes de zinc).

TRAVAUX CONSULTÉS

J. BOLZE. — *Diapirs triasiques et phases orogéniques dans les monts de Teboursouk.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 231, p. 480-482, 1949.

— *Cartes géologiques inédites de Fedj el Adoum* (1950).

J. BOLZE et H. SCHNEIDERHÖHN. — *Métallogénie hydrothermale dans les Monts de Teboursouk (Tunisie septentrionale).* — Bull. Soc. Géol. Fr., (6), t. I, pp. 381-388, 1951.

DJEBEL KEBBOUCH

(Planche 28)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Kebbouch est un petit massif, situé entre le Krib et le Kef, à 25 km. à l'Est du Kef, et qui se dresse en contrefort septentrional de la plaine de Zafrane.

On accède aux divers gîtes, par des pistes assez bonnes de quelques kilomètres, qui débouchent sur la route N° 5 de Souk Ahras à Tunis, à une douzaine de kilomètres de la station de Zafrane (Tunis à 190 km.).

Le relief est assez peu accentué, le point culminant dépassant 800 m., à quelque 300 m. au-dessus du niveau de la plaine, les divers gîtes s'étagent entre les cotes 500 et 700.

La pluviométrie est assez faible (de l'ordre de 550 mm. par an), et l'eau est rare dans le massif, puits et oueds étant à sec la moitié de l'année ; il faut aller à une certaine distance des gîtes (5 km. environ) pour trouver des oueds pérennes, au Nord (O. Kedim), ou au Sud (O. es Souani).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district du Kebbouch est sur l'un des jalons triasiques du premier alignement de la sous-zone des dômes, situé entre Fedj el Adoum et Dogra, à une vingtaine de kilomètres de part et d'autre.

Le Djebel Kebbouch est formé essentiellement de deux chaînons anticlinaux sénoniens (avec une lame triasique importante), séparés par un synclinal éocène.

Le Trias est formé de la brèche gypso-dolomitique habituelle, avec blocs de grés phylliteux bigarrés (à Equisétidés), de calcaires dolomitiques noirs, et de cargneules, à cristaux de quartz enfumé bipyramidé et de pyrite hématisée ; à l'Ouest du massif, le gypse semble disparaître, et l'on a des dolomies rousses à grain grossier, très altérées (roche-magasin du gîte plombeux d'Hammala). A peu près tout le long du contact anormal, existe une zone de broyage, à éléments triasiques et crétacés, calcitique ou barytique, avec les *colonnes* minéralisées, de place en place, qui constituent les différents gîtes.

L'Albo-Aptien existe seulement en bordure du Trias, au NW du massif : alternances de marnes et de calcaires bruns, en petits bancs, à *Terebratula dutempleana* d'Orb.

Le Cénomanien-Turonien comprend une série d'alternances, où la rareté des fossiles et leur mauvais état de conservation n'ont pas permis de tracer des limites ; on a, dans la coupe de l'Oued Melah :

— des marnes gypseuses et marno-calcaires à Oursins,
— des marnoschistes bitumineux en plaquettes,
— des alternances de marnes et marno-calcaires en boules.

L'Emschérien est très laminé dans cette coupe, mais s'étend largement au Nord du massif : marnes gris-bleutées.

L'Aturien est représenté par les calcaires et marno-calcaires du Campanien inférieur, les alternances du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campa-

nien supérieur et les marno-calcaires du Maestrichtien inférieur ; une grande partie des marnes suessoniennes est encore crétacée.

L'EOCÈNE comprend : le sommet des marnes suessoniennes, un petit lit glauconieux très caractéristique surmonté par les calcaires cristallins gris à Brachyopodes, Oursins et Nummulites.

Le VINDOBONIEN forme un petit plateau au centre du massif ; grès et marnes à *Ostrea crassissima* LAMARCK.

Le recouvrement est assez étendu dans la plaine (éluvions et croûtes) et sur les flancs du massif (éboulis sénoniens et, surtout, éocènes).

TECTONIQUE

L'accident majeur de la structure est la lame triasique, qui affleure par places sur 1 km. de largeur, et qui occupe à peu près une position axiale, dans l'anticlinal du Koudiat Hamra, malgré une forme très irrégulière et très déchiquetée. De part et d'autre, se trouvent les synclinaux éocènes, assez réguliers, de l'Henchir el Goussa et de Bou Argoub, et vers le Sud-Est apparaît l'anticlinal allongé du Kef bou Sboa.

La lame triasique a une allure générale NE-SW : c'est un accident longitudinal. Les failles transversales sont assez rares : la principale est la faille de l'Oued Kedim. Les fractures de glissement ne sont jamais très nettes, sauf peut-être au Kebbouch Sud : on peut admettre qu'elles sont marquées par les nombreuses apophyses triasiques.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le contact anormal a été prospecté depuis longtemps et toute une série de zones minéralisées ont été découvertes sur une distance d'une dizaine de kilomètres ; sur le flanc W de la lame triasique se trouvent les gîtes de Kebbouch Asturienne et Majembia et, sur le flanc E, ceux des Kebbouch Nord et Sud.

I. — KEBBOUCH ASTURIENNE.

Il comprend trois gîtes principaux :

1. — Le GITE NORD, essentiellement zincifère, comportait deux *colonnes* de blende et smithsonite, à quelques mètres l'une de l'autre, exploitées à peu près jusqu'au niveau hydrostatique, la première sur 50 m. d'allongement et 35 m. de hauteur, la seconde, au Sud-Ouest, sur 30 m. d'allongement et une quinzaine de mètres de hauteur : la puissance moyenne, de 1 m. dans la zone oxydée, diminuait de moitié dans la zone sulfurée. Une petite descenderie a montré que la minéralisation existait en profondeur. Signalons la présence de cristaux de galène dans des gypses triasiques du contact.

2. — Le gîte d'HAMMALA-EST est une lentille semblable, au contact d'un bloc crétacé, noyé dans le Trias : ce gîte était donc limité en profondeur et a été dépilé sur 25 m. de hauteur et sur 30 à 60 m. d'allongement, avec une puissance augmentant également en profondeur (de 40 cm. à plusieurs mètres) ; là, la zone sulfurée (blende) était très importante.

Dans ces deux gîtes, la gangue est essentiellement barytique.

3. — Le gîte d'HAMMALA-OUEST est un stockwerk de galène et cérusite, dans les dolomies rousses constituant une petite apophyse triasique ; cette zone minéralisée, très irrégulière, a été suivie sur une cinquantaine de mètres de hauteur, dans une section de 7.000 m2, environ (100 m. N-S × 70 m.).

II. — MAJEMBIA

Le GITE PRINCIPAL comprend également une série de lentilles très irrégulières au contact, dans un bloc crétacé nageant sur le Trias : à l'Est, les *lentilles 1 et 2*, N-S et NW-SE, à pendage ouest, allongées sur une cinquantaine de mètres, sont peu puissantes ; la *lentille 3*, au Nord, plus importante, E-W, à pendage nord, a été reconnue sur une cinquantaine de mètres de longueur et de hauteur, avec une puissance de 1 à 2 m. ; la *lentille 4* au Sud, N-S, à pendage ouest, reconnue sur une trentaine de mètres de hauteur avec une section de 500 m^2 environ, est la mieux minéralisée.

Ces quatre zones se trouvent en demi-cercle sur le flanc oriental du bloc crétacé, et la minéralisation y est surtout en B.P.G., à prédominance de galène, avec smithsonite, cérusite et galène dans la zone d'oxydation. Ce bloc est séparé du massif crétacé par une languette de Trias de quelques mètres et de l'autre côté, existent deux autrs gîtes, N-S, à pendage Est : ce sont les *lentilles 5 et 6*, reconnues sur une vingtaine de mètres de profondeur et 250 m. d'allongement, avec une puissance allant de 0 à 1 m. 50 et un remplissage ferro-calaminaire avec cérusite et galène.

A Majembia, la gangue est presqu'uniquement calciteuse.

III. — KEBBOUCH-NORD

Le gîte principal (EL GOURINE) comporte, au Nord-Est, une zone surtout plombeuse, reconnue sur une centaine de mètres de longueur et une soixantaine de mètres de profondeur, avec une puissance allant de 0 à 40 cm. (smithsonite et galène dans la zone oxydée d'une trentaine de mètres, B. P. G. à prédominance de galène en dessous, avec stockwerk de calcite et galène dans les calcaires, au voisinage du gîte *de contact*). A 200 m. au Sud-Ouest, une deuxième zone riche présente 5 filets de blende d'une quinzaine de cm. chacun, suivis sur quelques mètres d'allongement et en descenderie, et passant à la smithsonite au-dessus. A 800 m. encore, vers le Sud-Ouest, le gîte du BARRATCHEI présentait une *colonne* ferro-calaminaire, passant à un B.P.G. pauvre en profondeur : elle a été suivie sur une hauteur de 60 m. avec un épanouissement de 6 m. au-dessus du niveau 605.

IV. — KEBBOUCH-SUD

Le gîte principal s'étendait en affleurements, surtout ferrugineux, sur près de 500 m. Là, le contact triasique est très ondulé, et le gîte est posé sur le Trias ; il comporte un B.P.G., à prédominance de pyrite au contact même, reconnu sur 80 m. de hauteur et 150 m. d'allongement N-S, avec une puissance moyenne de 1 m. 20 et une teneur de 7 à 13 % Pb et 3 à 8 % Zn. A quelques mètres au toit du B. P. G., et parallèlement à lui, se trouvait une zone oxydée à cérusite et smithsonite, reconnue au-dessus du niveau hydrostatique primitif (cote 646), sur 22 m. de hauteur, et suivie en allongements sur 130 m., avec trois zones d'enrichissement en *colonnes* ; la puissance était très variable, atteignant 9 m. dans la *colonne nord*, la plus importante avec 50 m. de longueur ; elle comportait, au mur, une petite lentille de cuivre sulfuré, Nord-Sud, de 16 m. sur 7 m., et 6 m. de hauteur. Entre les deux gîtes, les calcaires bitumineux broyés contiennent un stockwerk de calcite et galène. Vers le Nord, apparaît au contact, une puissante brèche calciteuse avec mouches de galène.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Le Kebbouch comporte essentiellement des gîtes de contact B.P.G., avec une zone oxydée parfois importante, et un stockwerk plombeux au voisinage du contact.

Le minerai B.P.G. est souvent rubanné, concrétionné, et de composition variable suivant les gîtes, à prédominance de blende (Kebbouch-Nord et Asturienne), de galène (Majembia), ou de pyrite-marcassite (Kebbouch-Sud).

La GALÈNE est assez grosse (plages de 1 à 2 mm.), argentifère (de 125 à 300 gr. à la tonne).

La BLENDE est blanchâtre ou grisâtre, rognonneuse et rubannée, en grains assez petits (de 50 à 100 microns).

La MARCASSITE, souvent fibroradiée, et la PYRITE sont en grands cristaux.

Le SULFURE DE CUIVRE (*Chalcopyrite, Panabase* et *Chalcosite*) est en masses noirâtres, à cristallisation très fine, avec petits cristaux de CUIVRE, et enduits de MALACHITE, CHESSYLITE et CHALCANTHITE.

La CÉRUSITE se présente soit en masses lithoïdes grisâtres, soit mélangée à un remplissage argilo-sableux très fin, blanchâtre, jaunâtre ou rougeâtre. Elle comporte toujours des résidus de galène et est très peu argentifère (25 gr. par tonne).

La SMITHSONITE est généralement ferrugineuse, et assez pauvre (25 % Zn), avec certains amas rubannés blanchâtres, atteignant une teneur de 40 % Zn. Au Kebbouch-Sud se trouve une variété manganésifère grise (à 9 % Mn).

La LIMONITE est en chapeaux parfois très importants (Kebbouch-Sud).

La gangue est généralement de calcite grenue grisâtre ou blanchâtre, quelquefois barytique ou dolomitique (Kebbouch Asturienne).

Dans le B.P.G., l'ordre de cristallisation est le suivant :

1ère phase : Sulfure de Cuivre
Marcassite-Pyrite
2me phase : Galène
Blende

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — KEBBOUCH-NORD

Ces gîtes ont été découverts en 1900, mais les premiers travaux de recherches importants ne furent exécutés qu'à partir de 1904, au Barratcheï, et 1906, à El Gourine ; dans ce dernier quartier, les niveaux 547, 533 et 517, avec descenderies et allongements, ainsi que le 3me niveau (cote 477), furent tracés de 1906 à 1910 ; le quartier Barratcheï fut étudié de 1904 à 1909, par les galeries, cotes 624, 605, 595 et 566 ; en 1910, l'amont-pendage du 2me niveau fut exploité. Ces travaux, arrêtés de 1910 à 1914, furent repris activement en recherches, en particulier aux niveaux inférieurs (allongement Sud-Ouest du 3me niveau à El Gourine et descenderie, à partir du niveau 566, à Barratcheï), et le long du contact à 500 m. au Sud-Ouest (deux fouilles), puis délaissés de nouveau, jusqu'en 1920. Depuis, les recherches se concentrèrent à El Gourine : le gîte plombeux au Nord-Est, fut étudié par 3 descenderies et deux galeries, le gîte blendeux au Sud-Ouest, reconnu par une descenderie. Une petite exploitation fut faite de 1920 à 1928. La crise et la guerre amenèrent, à nouveau, l'abandon de la mine jusqu'en 1944 ; puis, les travaux furent remis en état, et le gîte plombeux aménagé pour l'exploitation.

La production totale de cette zone n'atteint pas 700 tonnes de produits marchands (190 en calamine calcinée, 370 en galène et 120 en blende).

II. — KEBBOUCH ASTURIENNE

Les affleurements barytiques de cette zone sont connus depuis 1894 et avaient donné lieu à une trentaine de fouilles, alignées sur 2 km., le long du contact. A partir de 1900, les travaux de reconnaissance furent concentrés sur le gîte zincifère d'Hammala, au Sud (fouille 26), avec puits, recoupes et la galerie du Four (cote 660) ; en 1902, était tracée la galerie de base pour l'évacuation des eaux (cote 641) ; et la colonne de blende était dépilée jusqu'en 1910, par les niveaux 672, 666 et 650, sur une cinquantaine de mètres en allongement et 25 m. de hauteur. A partir de

1906, les travaux se portèrent sur le gîte nord (*fouilles 6 et 8*) avec le travers-bancs cote 573 (dit *143*), et l'exploitation se fit par puits et galeries (cote 616, 609, 603, 596, 587, 581 et 573), sur une cinquantaine de mètres d'allongement et 40 m. de hauteur. En 1911, une autre zone minéralisée était découverte au Sud-Ouest, et exploitée jusqu'en 1914, par les galeries 587 et 581. Tous les travaux furent suspendus de 1914 à 1923, puis, quelques recherches reprises dans cette zone, jusqu'en 1931, en allongement du niveau *143* vers le Sud-Ouest, avec puits et descenderies en dessous, arrêtés par l'eau. Mais c'est dans le quartier sud, que les travaux ont été repris activement : de 1923 à 1925, exploitation de la *colonne 26 bis*, à ciel ouvert, sur 12 m. de hauteur et 60 m² de section ; et surtout, à partir de 1924, le gîte plombeux d'Hammala (ancienne *fouille 15 bis*) était étudié par 3 puits et une galerie, puis en 1926, desservi par une descenderie d'exploitation (cote 654), avec les niveaux 639, 628 et 619 ; jusqu'en 1931, les recherches furent poussées au niveau inférieur, ainsi qu'une petite exploitation entre les niveaux 639 et 628.

La mine resta en sommeil de 1931 à 1939, puis de 1942 à 1946 ; actuellement, les travaux de cette dernière zone ont été remis en état, et l'on fait une petite exploitation en suivant le minerai ; un grand travers-bancs de recherche, Sainte-Barbe, est en traçage à la cote 630 ; en 1948, une petite laverie a été installée, alimentée par un puits à l'Aïn Sfaïa. En 1951, le tonnage probable est de l'ordre de 50.000 tonnes de tout-venant à 3 % Pb.

La production totale du Kebbouch Asturienne dépasse 7.000 tonnes de minerais marchands (2.800 en calamine, 2.800 en blende et 1.650 en galène).

III. — MAJEMBIA

Dans cette région, le contact avait été exploré par une série de petites fouilles, de 1897 à 1904. Des travaux plus importants furent exécutés ensuite, sur les trois zones principales : au Nord, huit tranchées avec puits perdaient rapidement la minéralisation ; au Sud-Est, une dizaine de tranchées et 2 galeries (cotes 563 et 556) étudiaient une minéralisation assez pauvre.

C'est sur le quartier central que se développèrent les travaux, en tranchées, puits et galeries, jusqu'en 1912 ; puis l'activité de la mine se ralentit pendant une dizaine d'années. De 1920 à 1928, les diverses zones minéralisées furent reconnues méthodiquement : le chantier 5 (sur la *lentille 5*) comprend une carrière (cote 689) et une galerie (cote 686) avec une descenderie jusqu'à la cote 667 ; au Nord, le chantier 7 (sur la *lentille 6*) comporte également une carrière (cote 695) et une galerie (cote 686) ; la *lentille 3* était reconnue par le travers-bancs, cote 693, et suivie sur une cinquantaine de mètres ; enfin, la fouille 3 (sur la *lentille 4*) comporte les niveaux 674 et 665, avec descenderie jusqu'à la cote 652, et le puits Mokta de 28 m. 50 (orifice à la cote 681). Tous ces chantiers ont enfin été reconnus par le grand travers-bancs n° 3 (cote 661), avec diverses recoupes et petites descenderies. En 1928, la laverie était installée, alimentée par une conduite de 6 km., en provenance de l'Oued Kedim. Mais la crise amena l'arrêt de la mine de 1930 à 1937, et depuis cette date, on ne fait que poursuivre le glanage des parties riches, commencé en 1920 et qui n'a guère produit que 2.000 tonnes environ de minerais marchands (200 en calamine et 1.800 en galène).

IV. — KEBBOUCH-SUD

De 1900 à 1906, les affleurements ferrugineux, s'étendant sur plus de 500 m., furent l'objet de quelques fouilles sans importance. Le gîte principal fut reconnu activement, de 1907 à 1910, par les travaux suivants : un puits de 50 m. (cote 694), avec recoupes, le travers-bancs C (cote 662), avec 130 m. d'allongements, descenderies (cote 646) et remontages (cote 668) dans la zone minéralisée ; le travers-bancs inférieur, cote 610, fut attaqué ; vers le Nord, on faisait de petites recherches aux chantiers du plomb et du ravin.

La concession était instituée en 1911.

Puis, le 4me niveau (cote 650) fut tracé, avec 150 m. d'allongements et remontages jusqu'au 3me niveau et l'exploitation des zones plombeuses commença entre ces deux niveaux. De 1913 à 1916, eut lieu une tentative d'exploitation à ciel ouvert jusqu'au 2me niveau, avec des résultats médiocres. La laverie gravimétrique, installée en 1913, et alimentée en minerai par un câble de 600 m., fut abandonnée en 1914 ; jusqu'en 1927, l'exploitation se cantonna aux gîtes oxydés. En 1920, de petites recherches dans la partie haute, aux niveaux 681, 676 et 666, restèrent sans résultat. Une nouvelle petite laverie fut installée dans l'Oued Zebbeus. L'exploitation des oxydés amèna la découverte d'une lentille cuivreuse, exploitée, également, de 1922 à 1927.

La mine était pratiquement abandonnée en 1928, après avoir produit plus de 12.000 tonnes de minerais marchands (7.720 tonnes de cérusite et galène, 3.840 de calamine calcinée et 600 de minerais de cuivre). En 1946, une prospection géophysique, par polarisation spontanée, donna une extension de 150 m. à la zone sulfurée.

Le tonnage total, en métal, extrait du district du Djebel Kebbouch, s'élève à 5.800 tonnes de plomb, 3.600 tonnes de zinc et 100 tonnes de cuivre.

DOGRA

(DJEBEL OUDIBA et KOUDIAT BARHELA)

(Planche 29)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes du Bled Dogra se trouvent à une dizaine de kilomètres au Sud-Est du Kef, en bordure méridionale de la plaine de Zafrane. On accède aux mines par deux pistes de 5 à 6 km., assez bonnes par beau temps, qui débouchent sur la route N° 5 du Kef à Tunis, à quelques kilomètres de la station de Zafrane (Tunis à 190 km.).

Les gîtes affleurent vers la cote 670, à une centaine de mètres au-dessus de la plaine. La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 5 à 600 mm. par an. Le niveau hydrostatique a été atteint par les travaux, vers la cote 630.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le petit district de Dogra est en bordure de jalons triasique minimes, marquant le premier alignement de la sous-zone des dômes entre le Kebbouch, à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est, et le Garn Alfaya, à une trentaine de kilomètres au Sud-Ouest.

Entre les alluvions de la plaine de Zafrane et les formations miocènes et plus récentes du Bled ech Chems, existent deux lambeaux d'allure anticlinale, avec un noyau triasique et un flanc nord campanien et éocène, le flanc sud étant probablement recouvert par le Miocène transgressif.

Le Trias comporte une brèche dolomitique, particulièrement importante au Djebel Oudiba, bordant les formations gypseuses et gréseuses, d'allure anticlinale. La partie périphérique de cette brèche constitue la série-magasin.

L'Aturien comprend :

— les alternances marno-calcaires et marneuses du Campanien moyen,
— les calcaires blancs à Inocérames et *Hamites* du Campanien supérieur,
— les marno-calcaires du Maestrichtien supérieur,
— les marnes suessoniennes, très étirées le long de la faille longitudinale.

L'Eocène est représenté par :

— les calcaires à Nummulites surmontant un petit banc de calcaire glauconieux très détritique,
— la partie inférieure de la formation gréseuse au Nord du Koudiat Barhela (Priabonien et, peut-être, Oligocène).

Le Burdigalien comporte des grès jaunes (50 m.), avec *Scutella subrotunda* Lmk.

Le Vindobonien est représenté par :

— quelques mètres d'argiles à *Ostrea crassissima* Lmk. et des grès jaunâtres, surmontés par une centaine de mètres d'argiles et bancs de grès.

Au-dessus, une série très épaisse, rattachée au PONTIEN - PLIOCÈNE - QUATERNAIRE ANCIEN comporte des bancs de grès rouges très détritiques à la base, en discordance, surmontés par des argiles avec conglomérats puissants vers le sommet.

TECTONIQUE

Les deux affleurements triasiques affectent l'allure de petits dômes : ils sont, en tous cas, alignés sur la zone Kebbouch-Garn Alfaya, NE-SW, et en relation avec les failles longitudinales, découpant les compartiments miocènes.

Les zones minéralisées principales du Barhela n'existent qu'au voisinage d'apophyses triasiques, en rapport avec des fractures de glissement peu nettes dans les alternances du Campanien moyen. A l'Oudiba, le Trias bute au Nord contre une faille WNW-ESE.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les deux gisements sont alignés en direction ENE-WSW, à deux kilomètres de distance, dans la zone de contact des deux petits massifs triasiques.

I. — KOUDIAT BARHELA

Trois zones minéralisées y ont été reconnues : au QUARTIER W, un gîte assez pauvre affleure dans l'oued, vers la cote 600, sur le contact N 55° E, et a été suivi sur une cinquantaine de mètres en direction et une vingtaine de mètres de profondeur ; la bande minéralisée atteint une épaisseur de 2 m. (très ferrugineuse aux affleurements, avec traces de plomb). Le QUARTIER E, à 600 m., s'est développé sur une zone plus riche, de 1 m. de puissance moyenne (à 4 % Pb), reconnue sur une quarantaine de mètres d'allongement et 25 m. de hauteur.

Le GITE PRINCIPAL, à 200 m. au Sud-Ouest, s'étend sur une trentaine de mètres de longueur, avec une minéralisation en B. P. G., très irrégulière, paraissant se concentrer en deux *colonnes*, reconnues sur 25 m. de hauteur, et avec une puissance atteignant 8 m. Le tonnage de ces gîtes était évalué à une vingtaine de milliers de tonnes de tout-venant.

II. — DJEBEL OUDIBA

La brèche périphérique, de 30 à 40 m. de puissance, présente un certain nombre de zones minéralisées irrégulières et qui semblent superficielles ; le plomb est localisé dans des bandes de célestite, de 20 cm. à 1 m. 50 de puissance, mais qui sont souvent stériles : elles ont une extension assez grande (200 m. de longueur) et ont été reconnues sur 80 m. de hauteur environ. Une zone est surtout calaminaire, assez pauvre, en filets dans une brèche faiblement imprégnée. Tous ces gîtes pauvres ont disparu en profondeur.

En résumé, le Dogra présente de petits gîtes de substitution, dans la brèche dolomitique périphérique de deux petits noyaux triasiques : la minéralisation, surtout plombeuse, y est pauvre et semble superficielle.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à grosse maille, en cubes atteignant 1 cm² de section, assez peu oxydée et peu argentifère.

La BLENDE n'a été rencontrée qu'au Barhela, brune, à cristallisation très fine.

La CÉRUSITE est assez peu abondante : elle forme un liseré blanchâtre autour des cubes de galène.

La SMITHSONITE se présente en filets, assez riches en zinc, dans une zone bréchique de l'Oudiba.

La CÉLESTITE constitue la gangue principale : elle existe en énormes cristaux dans les géodes.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes du Bled Dogra ont été découverts en 1907 :

I. — Au BARHELA, 3 groupes de travaux ont été exécutés, de 1907 à 1914, puis, repris de 1923 à 1930 : le *quartier W* avait étudié une zone de contact, pauvrement minéralisée, affleurant dans l'oued vers la cote 610, par deux galeries, avec allongements et descenderies ; cette zone a été rapidement abandonnée ; dans le *quartier E*, 3 galeries, cotes 652 et 630, avec recoupes et descenderies, ont exploré les zones riches de la brèche minéralisée (3.000 tonnes de tout-venant) ; le *quartier principal* a été étudié par deux galeries, cote 646, et divers puits et descenderies jusqu'à la cote 632. Un petit atelier d'enrichissement avait été installé dans l'oued, en 1913, mais fut rapidement abandonné, et les produits de l'exploitation étaient expédiés à la laverie de l'Oudiba, de 1925 à 1928 (126 tonnes de minerais à 54 % Pb).

II. — Au DJEBEL OUDIBA, d'importants travaux de recherches furent exécutés de 1907 à 1914, et, surtout, à partir de 1920 : la carrière supérieure (cotes 86 à 80), les niveaux supérieurs (cotes 77 à 72), le niveau 1 et le travers-bancs sud (cotes 69 à 67), le niveau 2 (cote 56), le niveau 3 et la galerie Mouldi (cotes 36 à 34), le niveau 4 et les galeries Elio (cote 29). Des recherches en profondeur, menées, à partir de 1925, par le niveau 6 (cote 11) et le puits de 30 m. avec le niveau 7 (cote 1, correspondant approximativement à la cote réelle 600), restèrent sans résultat et l'exploitation se développa sur les gîtes plombeux, à ciel ouvert (carrières du sommet et de l'Ouest), et en puits et descenderie, et sur le gîte calaminaire, par le niveau 3. Une laverie gravimétrique avait été installée en 1925, et la production totale s'élevait, en 1928, à un millier de tonnes de galène et 500 tonnes de calamine.

Les deux mines sont abandonnées depuis 1930 et la quantité de métal extrait ne s'élève guère qu'à 620 tonnes de plomb et 150 tonnes de zinc.

GARN ALFAYA

(Planche 30)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le massif du Garn Alfaya se dresse sur le plateau de Tadjerouine, au Sud-Ouest du Kef ; les installations du centre minier sont situées sur le flanc nord-occidental, et on y accède par une bonne piste d'une quinzaine de kilomètres, à partir de la route N° 5, de Souk Ahras à Tunis, à une dizaine de kilomètres de la station du Kef (Tunis à 202 km).

Le Djebel Garn Alfaya est assez abrupt, culminant à 951 m., mais les gîtes sont alignés sur une dizaine de kilomètres, sur les petits chaînons calcaires, qui courent le long du flanc nord-occidental de ce massif et qui ne dépassent guère 600 m. d'altitude, à une centaine de mètres, seulement, au-dessus du plateau.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an et la mine est alimentée par les captages de Bou Eygoum, à 6 km. (3 litres-seconde) et de Aïn er Ressas, à 950 m. (1 litre-seconde) et par la galerie 5.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Garn Alfaya est le dernier district important, vers le Sud-Ouest, en Tunisie, du premier alignement de la sous-zone des dômes, entre Dogra, à une trentaine de kilomètres au Nord-Est, et la frontière algérienne.

La structure, simple dans le synclinal éocène perché du Djebel Garn Alfaya, se complique étrangement sur le flanc, avec l'apparition de lames triasiques dans les formations crétacées et miocènes.

Le TRIAS est formé d'une brèche argilo-dolomitique, assez peu gypseuse, à blocs de grès phylliteux, de calcaires dolomitiques noirs, et de cargneules jaunâtres.

L'ALBIEN apparaît à l'Ouest de la carte, avec des marno-schistes noirs à bancs de calcaires siliceux (avec les gîtes du Koudiat Aziba).

Le CÉNOMANIEN est formé d'alternances de marnes et marno-calcaires, surmontées par des calcaires jaunâtres, série-magasin des gîtes du Koudiat el Hamra et du Koudiat oum Edeboua, et dont la partie supérieure est peut-être turonienne.

Le TURONIEN constitue le soubassement du massif du Garn Alfaya, avec les alternances épaisses de la plaine d'Et Tbaga, surmontées par des marno-calcaires blancs à Inocérames, formant une petite crête, qui court à la base du massif.

Le SÉNONIEN comprend les marnes bleuâtres emschériennes, les marno-calcaires du Campanien inférieur, les marnes du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur (avec le gîte du Vieux Garn) et les alternances du Maestrichtien inférieur.

Les marnes SUESSONIENNES, bleutées et gypseuses, de 150 m. d'épaisseur, représentent le sommet du Crétacé et la base de l'Eocène.

Le LONDINO-LUTÉTIEN couronne le massif avec :

— Marno-calcaires blancs, légèrement phosphatés et glauconieux, avec lits et nodules de silex.

— Calcaires massifs à *Nummulites Rollandi* MUN.-CH.

Le BURDIGALIEN, transgressif, est représenté par des conglomérats, marnes, grès et lumachelles, surmontés par la série marneuse à *Ostrea crassissima* LMK. du VINDOBONIEN.

Le recouvrement est assez important sur le plateau (croûtes calcaires) et, surtout, sur les flancs du massif (éboulis énormes de calcaires éocènes).

TECTONIQUE

Cette région comprend une structure simple, le synclinal perché du Garn Alfaya, à l'Est, et une zone très brouillée sur le flanc nord-occidental : on a, là, deux lames triasiques longitudinales, avec petites apophyses biscornues, cernant la zone Koudiat el Hamra-Djebel oum Edeboua ; il paraît assez logique de la considérer comme un bloc crétacé-miocène nageant sur le Trias ; cette région comporte d'autres failles parallèles, envahies ou non, par des giclées triasiques.

Les fractures de glissement, d'allure générale E-W et N-S, sont particulièrement nettes dans toutes les zones minéralisées.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Tous les gîtes sont situés au voisinage des lames triasiques, et s'alignent sur une distance de 7 km., du Nord-Est au Sud-Ouest.

I. — VIEUX GARN

Colonne surtout calaminaire, reconnue sur 150 à 250 m. d'allongement, au contact des marnes et des calcaires campaniens, au mur des marnes, déversées à 80° vers le Nord-Ouest, et sur une centaine de mètres de hauteur, avec une puissance atteignant 3 m. et des passées stériles. Des rameaux plombeux transversaux divergeaient de cette colonne, surtout dans les calcaires du mur ; l'un d'eux, NW-SE, a été suivi en profondeur, sur une vingtaine de mètres, avec des renflements atteignant 2 m. de puissance, au-dessous du niveau — 85, où se coinçait la *colonne calaminaire*.

II. — DJEBEL OUM EDEBOUA

1. — GITES DE CONTACT — a) *Descenderie du Sentier* : zone bréchique, de 1 m. de puissance, au toit d'une mince lame triasique longitudinale, à pendage 68° SE, avec filets plombo-calaminaires de 5 à 40 cm. de puissance, suivis sur 30 à 40 m. de longueur et une trentaine de mètres de profondeur.

b) *Gîte principal* : zone bréchique, avec stockwerk dans les calcaires au voisinage, l'ensemble pouvant atteindre 40 m. de puissance à l'affleurement et paraissant se coincer au 5^{me} niveau (5 à 6 m.), à une profondeur de 120 m., sur une longueur de 200 m. Il y a deux zones de concentration, séparées par une zone pauvre (de 1 à 3 % Pb).

2. — GITES FILONIENS — a) *Gîte secondaire :* fracture NE-SW, à pendage 50° E, et remplissage ferrugineux de 10 à 50 cm. (puissance réduite de 1 à 10 cm. de galène), reconnue sur 170 m. d'allongement et 80 m. de hauteur. A la jonction avec le gîte principal, se trouvait une zone de concentration.

b) *Filon de la Hyène* : fracture N 10° E, à pendage 65° E, et remplissage bréchique de 5 cm. à 2 m. 50, reconnue entre les affleurements et le niveau 3 (cote 541), c'est-à-dire sur une cinquantaine de mètres de hauteur et une cinquantaine de mètres d'allongement dans la zone sud ; une deuxième *colonne* a été rencontrée au niveau 516, mais paraît très limitée. En fait, toute la formation calcaire est minéralisée dans

les diaclases, entre ces divers gîtes, mais la teneur y est très pauvre. La minéralisation est essentiellement plombeuse et peu oxydée, sauf dans la partie supérieure du filon de la Hyène (cérusite), qui est également calaminaire ; la blende n'apparaît que dans certaines zones du 5me niveau.

Les zones riches semblent limitées aux calcaires supérieurs, la puissance et la teneur diminuent, en profondeur, dans les marnes et calcaires noirs (vraconiens) du 5me niveau ; cependant, on y a encore de beaux filets de blende et galène, qu'il serait intéressant de suivre sous le niveau hydrostatique.

III. — KOUDIAT EL MORRA

Filets et lentilles de galène, dans lambeau calcaire, paraissant noyé dans le Trias : deux zones étaient bien minéralisées, l'une de 25 m. de longueur sur 7 à 8 m. de hauteur, à la cote 477, l'autre N 30° E, à pendage 45° E, de 30 m. de longueur sur 4 à 5 m. de hauteur (15 % Pb).

IV. — KOUDIAT EL HAMRA

1. — NOUVELLE MINE (chaînon oriental). — Le *filon jaune* est un filon-couche, E-W, à pendage 55° Nord, avec un remplissage bréchique à limonite et galène, de 1 à 2 m. de puissance, exploitable sur une quarantaine de mètres en allongement et en hauteur. Le *filon sud*, ENE-WSW, à pendage 44° S, avec un remplissage argilo-plombeux (à 5 % Pb), de 50 cm. à 2 m. de puissance, a été reconnu sur 60 m. en direction et une trentaine de mètres suivant le pendage.

2. — ANCIENNE MINE (chaînon occidental). — Ce filon-couche, NE-SW, à pendage 50° NW, et remplissage plombo-calaminaire de 80 cm. à 1 m., a été reconnu sur une centaine de mètres de longueur et une quarantaine de mètres de hauteur. La blende apparaît au niveau 451, et le filon est stérile au niveau 431.

3. — Le Koudiat el Hamra présente également de petits gîtes de contact (baryte et galène) et de nombreuses fractures minéralisées en smithsonite, galène et blende, peu étendues.

V. — KOUDIAT AZIBA

Zone de fractures, subverticales, E-W, dans les calcaires siliceux noirs albiens, dont deux ont été reconnues sur 70 m. de longueur et une quinzaine de mètres de hauteur, avec une puissance atteignant 1 m. (dont 2 à 3 cm. de galène massive aux salbandes).

VI. — KOUDIAT ELLEBA (à 3 km. au SSW).

Filets semblables de calcite et galène, de 1 à 3 cm. d'épaisseur, NW-SE, reconnus en affleurements.

En résumé, le district du Garn Alfaya comprend essentiellement un gîte calaminaire en *colonne*, à un contact sénonien, et des gîtes plombeux *de contact* et filoniens avec stockwerk, dont les zones riches semblent limitées, en profondeur, au mur des calcaires cénomaniens ; cependant, le gîte du Koudiat Aziba montre qu'il existe, en dessous encore, des zones favorables à la minéralisation.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est assez grosse et peu oxydée, soit en veinules et en cubes aplatis dans les diaclases, soit en imprégnations et en mouches dans les brèches. Elle est plus ou moins argentifère (200 à 350 grammes par tonne au Djebel oum Edeboua, 10 à 15 grammes au Vieux Garn).

La BLENDE est rare, soit jaunâtre, très fine et rubannée à l'Oum Edeboua (niveau 5), soit brune à larges facettes au Koudiat el Hamra.

La Cérusite est assez rare (descenderie E ; filon de la Hyène), noire et très fine, à résidus de galène.

La Smithsonite est polymorphe, soit en masses compactes ou rubannées, jaunâtre ou grise, très riche (45 % Zn), soit terreuse à teneur faible. Au Koudiat el Hamra-Ouest, existe une belle variété fibreuse et mamelonnée d'une teinte jaune-verdâtre, due, probablement, à la présence de Greenockite.

La Chalcopyrite, très oxydée, existe en mouches au Koudiat Aziba.

La Pyrite est très rare.

La gangue principale est la Calcite, accompagnée de Limonite et de Sidérite dans certains filons. Le Quartz apparaît dans les formations inférieures (Albo-Aptien du Koudiat Aziba).

La Baryte, en gros cristaux, est rare (gîtes ouest).

Le niveau inférieur du Djebel oum Edeboua présente de curieux échantillons, comportant des géodes globuleuses, tapissées de cristaux de galène, puis remplies de calcite secondaire, dans une masse blendeuse ; il y a, cependant, pénétration de la blende dans la galène.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux antiques importants ont été retrouvés au Koudiat el Hamra, et surtout au Djebel oum Edeboua (excavations allant jusqu'à 70 m. de profondeur), avec des haldes et des remblais à 5-10 % Pb (25.000 tonnes). Les différents gîtes ont été retrouvés entre 1896 et 1903 et ont fait l'objet de divers grattages.

I. — De 1903 à 1908, des travaux importants se cantonnèrent au Vieux Garn, sur 80 m. de hauteur, par descenderies dans le gîte, avec traçages au niveaux 0, — 10, — 25, — 40 et — 60. La concession fut instituée en 1908 et cinq fours de calcination installés, avec une laverie gravimétrique, alimentée par une conduite de 3 km. 500 à partir du captage de Bou Eygoum. Un puits d'extraction de 85 m. fut foncé, à la cote 618, et les niveaux — 75 et — 85 furent tracés, ainsi qu'une descenderie de recherche — 110 avec le niveau — 105. L'exploitation, menée parallèlement à ces recherches, de 1908 à 1913, produisit 14.000 tonnes de calamine calcinée et 3.500 tonnes de galène. En 1913, de petites recherches vers le Sud-Ouest, en tranchées, et par allongement du niveau 0, ne donnèrent pas de résultats et ce gîte fut complètement abandonné.

II. — De 1905 à 1909, les recherches s'étaient développées au Djebel oum Edeboua, en tranchées et descenderies, entre les cotes 611 et 501, avec les niveaux 1 (575), 2 (561), 3 (541) et 4 (516) ; et un permis d'exploitation fut accordé en 1909 : les dépilages à ciel ouvert commencèrent sur la zone de contact, et un puits d'extraction fut foncé de la cote 570 jusqu'au niveau hydrostatique, cote 494. Une laverie gravimétrique fut installée en 1912, et la concession instituée en 1914. Depuis 1909 jusqu'à nos jours (1951), les travaux se poursuivirent : en exploitation par deux carrières à 6 gradins, entre les cotes 611 et 535 ; en traçages de recherches et d'exploitation, sur 3 à 400 m., aux cinq niveaux souterrains, (le dernier ayant été tracé au niveau hydrostatique, cote 494, à partir de 1920) ; en recherches par la descenderie du Sentier (de 1925 à 1927), et par fonçage du puits d'extraction, au-dessous du niveau hydrostatique, sur 10 m. en 1931 (la venue d'eau était de 2 litres-seconde).

L'exploitation, d'abord limitée aux zones riches, s'est étendue peu à peu aux parties pauvres et aux anciens remblais. Actuellement, en 1950, un atelier de flottation a été monté pour le traitement des haldes (300.000 tonnes à 2 % Pb) et la repri-

se des carrières (300.000 tonnes à 3 % Pb). Le tonnage extrait de ce gîte est de 55.000 tonnes de galène.

III. — Le gîte du KOUDIAT EL HAMRA OUEST, qui avait été l'objet de petites recherches, de 1896 à 1900, a été repris de 1912 à 1920, à ciel ouvert et en descenderie, puis, par un puits d'extraction (cote 471), avec les niveaux 470 et 451 ; une petite laverie avait été installée. De 1924 à 1928, un travers-bancs de recherche fut exécuté, sans résultat, à la cote 439. Les gîtes du KOUDIAT EL HAMRA EST et du KOUDIAT EL MORRA furent explorés, de 1937 à 1942, à ciel ouvert, et par les galeries, cotes 494, 470, 465 et 459, avec descenderies.

IV. — Au KOUDIAT AZIBA, le gîte principal ne fut découvert qu'en 1914, à l'Ouest de l'ancienne recherche du puits du fer, et exploré par tranchées et petits puits. Mais ces travaux, rapidement abandonnés, n'ont été repris activement que depuis 1946, avec une série de puits de 5 à 15 m., et un travers-bancs (cote — 25), arrêté à 140 m. par une forte venue d'eau et de gaz.

La production totale, en métal, du district du Garn Alfaya, s'élève, au 1er Janvier 1951, à 36.000 tonnes de plomb environ et 6.300 tonnes de zinc.

DJEBEL BOU MOUSS - KEF LASFAR

(Planche 31)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces gîtes se trouvent dans les collines en bordure méridionale de la plaine de la Medjerda, au Sud de Medjez el Bab.

On accède aux anciennes installations, par la route N° 15, de Medjez à Nabeul : Bou Mouss est à proximité de la route, à 6 km. de la station de Medjez ; Kef Lasfar en est à une quinzaine de kilomètres (dont 5 de mauvaise piste) ; le port de Tunis est à 66 km. de la gare de chargement.

La topographie est peu accentuée, les points culminants étant à 250 m. (Djebel bou Mouss) et 440 m. (Djebel el Mourhra) ; les gîtes se trouvent respectivement aux cotes 170, 300 et 350.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 450 mm. par an, mais ce district minier est à peu près dépourvu d'eau.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce petit district est le premier, sur l'alignement oriental de la sous-zone des dômes, à une quinzaine de kilomètres au Sud de la bifurcation, qui se dessine à la hauteur du gîte du Djebel el Ahmera.

La lame triasique présente dans cette région des lambeaux crétacés en bordure, avec des formations oligocènes et miocènes transgressives.

Le TRIAS est formé de la brèche gypso-dolomitique habituelle, à blocs de grès phylliteux, de cargneules jaunâtres et de calcaires dolomitiques noirs. Au contact, se trouve le gîte d'imprégnation de l'Oued Djebs.

L'ALBO-APTIEN est constitué par une série marneuse, à faune gargasienne (Bou Mouss), et par des alternances de marno-calcaires, marnes et quartzites (Kef Lasfar).

Le CÉNOMANIEN, formé de calcaires massifs, de calcaires en plaquettes et de marnes, constitue la série-magasin des divers filons et du gîte d'imprégnation.

L'ATURIEN est représenté sur l'autre flanc de la lame triasique, par les calcaires blancs du Campanien supérieur, et les alternances du Maestrichtien inférieur.

Au-dessus, viennent transgressivement les marnes, grès et lumachelles, attribués à l'OLIGOCÈNE (Kef Lasfar) et au BURDIGALIEN (Bou Mouss).

Le recouvrement, formé de cailloutis, argiles rouges et éluvions est assez étendu.

TECTONIQUE

L'accident majeur de cette région est la lame triasique dont on peut suivre les différents jalons en écharpe sur toute la Tunisie. Au Kef Lasfar, l'affleurement s'étend sur 2 à 3 km. de largeur. A l'Oued Djebs, une petite apophyse triasique, parallèle, cerne le petit bloc crétacé qui renferme le gîte d'imprégnation.

Les filons principaux de Bou Mouss et du Kef Lasfar sont des fractures longitudinales, parallèles au contact triasique.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — GITES FILONIENS

1. — BOU MOUSS : fracture NE-SW, à pendage 70° NW, dans les calcaires cénomaniens, à 120 m. du *contact-trias*, à remplissage irrégulier de brèche calcaire et calcite, à galène et cérusite ; elle est visible, à l'affleurement, sur 200 m. de longueur, et deux zones ont été reconnues, sur 25 m. de profondeur suivant la pente, avec des filets riches de quelques centimètres d'épaisseur.

2. — KEF LASFAR : fracture subverticale, NE-SW, dans les calcaires cénomaniens, à une centaine de mètres du contact triasique, avec remplissage ferro-calaminaire, à baryte et galène, reconnu sur une centaine de mètres de hauteur et une cinquantaine de mètres d'allongement, avec une puissance très variable.

II. — GITE D'IMPRÉGNATION DE L'OUED DJEBS

Le lambeau de marno-calcaires cénomaniens, coincé entre les deux lames triasiques, comportait une série de filets, et un amas NE-SW, de 5 à 6 m. de puissance, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement, et une trentaine de mètres de profondeur, avec des indices à 60 m. au Nord-Est. La minéralisation, oxydée en affleurement (cote 305), avec smithsonite, hydrozincite et galène, passait aux sulfurés au niveau 290 (blende et galène). En dessous, le niveau 278 a recoupé une zone de 2 à 3 m. de puissance, avec filets de blende.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est généralement en cristaux assez gros ; peu oxydée, parfois en échantillons flabelliformes à 82,5 % Pb (Kef Lasfar). Elle est très peu argentifère (25 grammes par tonne).

La BLENDE est très fine, jaunâtre, connue seulement au Djebs.

La CÉRUSITE est peu abondante, gris noirâtre, très fine (Bou Mouss).

La SMITHSONITE se présente en masses, soit rubannées jaunâtres, soit blanchâtres, assez riche (35 % Zn) ; au Djebs, elle est accompagnée d'HYDROZINCITE.

La LIMONITE du Kef Lasfar est brun-rougeâtre, assez abondante à l'affleurement.

La gangue est constituée, soit par une brèche calcaire, ou de la calcite ferrugineuse (Bou Mouss), soit par de la limonite ou de la baryte (Kef Lasfar).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Le gîte du KEF LASFAR a été découvert en 1895, et exploré jusqu'en 1901, par 5 niveaux, depuis l'affleurement, cote 381, jusqu'au 6^{me} niveau, cote 290, où la minéralisation disparaissait. Entre temps, les parties riches en étaient exploitées jusque vers 1904.

II. — A l'OUED DJEBS, découvert en 1898, l'exploitation de l'amas était aussitôt entreprise à ciel ouvert, par dépilage des zones riches, jusqu'au niveau Italie (cote 290), qui marquait la limite de la zone d'oxydation. En dessous, les filets blendeux firent l'objet de recherches, à partir de 1905, depuis la galerie Emma (cote 278), par allongements et recoupes. Cette reconnaissance se poursuivit assez active-

ment jusque vers 1909, avec exploitation des mixtes blende-galène riches ; mais la complexité du minerai rebuta l'exploitant, qui abandonna pratiquement la mine jusqu'en 1925, où l'on tenta de reprendre ces travaux pendant quelque temps ; puis l'affaire fut définitivement abandonnée, et la concession annulée en 1939. La production totale s'élevait à 1.400 tonnes de calamine, 500 tonnes de galène, 100 tonnes de blende et 400 tonnes de mixtes (soit, en métal, 600 tonnes de zinc et 300 tonnes de plomb).

III. — Le gîte de Bou Mouss, découvert en 1906, fut l'objet de plusieurs tentatives d'exploitation, de 1916 à 1920, de 1928 à 1931 (avec une reprise de 37 à 39), au moyen de deux puits principaux d'une quarantaine de mètres, avec divers niveaux; ces travaux auraient démontré que la minéralisation se coinçait en profondeur. La production s'élevait à 355 tonnes de galène et cérusite (soit 204 tonnes de plomb-métal).

Ragoubet Dar ech Chebka

A 4 km. à l'Ouest-Sud-Ouest du Djebel bou Mouss, se trouve le petit gîte du Dar ech Chebka, qui comporte une lentille plombeuse (cérusite et galène), de 1 m. à 2 m. 50 de puissance, reconnue sur 16 m. en direction et 35 m. suivant la pente (45° Nord-Ouest). Le gisement se trouve au mur de calcaires cénomaniens, au voisinage d'une apophyse triasique du massif du Kef Lasfar, dans une brèche calcaire à 3-4 % Pb.

Découvert en 1906, il a été exploré, en carrière, par descenderies, puits, et deux travers-bancs, à 13 et 40 m. au-dessous de l'affleurement, et a produit, de 1917 à 1920, puis en 1926, 310 tonnes de minerais à 50 % Pb.

KNANA-SILIANA

(Planche 32)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce district minier est situé sur les deux rives de la Siliana, en bordure septentrionale de la plaine d'El Aroussa, à une dizaine de kilomètres au Nord de la station (Tunis à 110 km.). On accède aux gîtes, par la route de Medjez à El Aroussa et des pistes médiocres.

La topographie est très peu accentuée : les affleurements se trouvent aux cotes 230, 190 et 160, et le niveau de la plaine est situé vers 120 m. d'altitude.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an ; et le mines sont à proximité d'un oued important : la Siliana coule toute l'année, avec un débit assez fort. Le niveau hydrostatique a été rencontré par un puits, vers la cote 130.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

On est là sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre les districts du Kef Lasfar, à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est, et de Koudiat Safra, à une dizaine de kilomètres au Sud-Ouest.

Knana est en terminaison nord-occidentale de la lame triasique du Djebel ech Cheïd, qui arrive en bordure du flanc méridional du synclinal crétacé de la Siliana, avec des formations transgressives, éocènes et néogènes.

Le TRIAS comporte une brèche, très gypseuse, avec blocs dolomitiques et gréseux. Les gîtes d'imprégnation de Knana se trouvent au contact déversé, le Trias formant l'éponte-toit.

L'ALBO-APTIEN est représenté par une puissante série-marneuse, dont la base est datée par la faune gargasienne (zone de Clansayes). C'est la série-magasin des différents gîtes.

Le LUTÉTIEN supérieur est représenté par des marnes et lumachelles transgressives.

Vers l'Ouest, une série épaisse de marnes, conglomérats et grès a été attribuée au PONTIO-QUATERNAIRE ANCIEN.

Le recouvrement est étendu sur les plateaux (éboulis et éluvions) et aux abords de la Siliana (alluvions).

TECTONIQUE

L'accident majeur est représenté par la lame triasique, dont on a ici un lambeau terminal, mais qui affleure, sur une trentaine de kilomètres. vers le Sud-Ouest, en direction longitudinale.

Le Trias de Knana présente diverses apophyses transversales et se révèle, dans les travaux, nettement déversé, à 70°, sur les formations crétacées. Le gîte principal

bute, vers le Nord-Est, sur une petite faille transversale, à faible rejet ; il est d'ailleurs cerné, vers l'Est, par une apophyse triasique méridienne, qui représente, peut-être, une fracture de glissement, ainsi, sans doute, que le filon Est-Ouest, qui constitue le gîte de Siliana.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — RAGOUBET EL MAHJBIA

On a, là, deux gîtes d'imprégnation au contact, de part et d'autre d'une lame triasique de 2 à 300 m. de largeur.

1. — Le GITE PRINCIPAL, à l'Ouest, de direction N 30° E, à pendage 75° E s'inversant à une profondeur de 50 m., présentait à l'affleurement des *chapeaux* calaminaires, espacés sur 120 m. ; une première *colonne* a été reconnue sur une soixantaine de mètres en direction et en hauteur, avec une puissance réduite moyenne de 30 cm., minéralisée en B.P.G., à prédominance de blende (25 à 30 % Zn) et surtout de pyrite. Au delà de la faille transversale, qui limitait le gîte vers le Nord, une deuxième zone minéralisée, plus plombeuse (7,5 % Pb et 4,5 Zn), a été étudiée sur une quinzaine de mètres, en hauteur et en direction.

2. — Le GITE ORIENTAL se présente de la même façon, mais avec un pendage W, et a été suivi sur une cinquantaine de mètres en direction et en hauteur.

Dans ces deux gisements, toute la zone de contact est imprégnée de baryte à B. P. G., avec des filets de blende massive de 15 cm., les marno-calcaires du mur comme les gypses triasiques du toit.

II. — SILIANA

C'est un filon-faille E-W, à pendage 80° N en affleurement, passant à la verticale à 35 m. de profondeur ; visible sur 300 m., avec un remplissage ferro-barytique, de 80 cm. à 2 m. 50 de puissance, il s'enrichit en galène en profondeur, sur une zone de 60 m. avec une puissance réduite de 30 cm. ; il a été reconnu sur une soixantaine de mètres de hauteur, également.

Il est possible que le filon barytique plombifère principal de l'*Aïn et Tfifila* (à 2 km. à l'Est) représente le prolongement de ce gîte. Il affleure sur 400 m. environ, en direction E-W, lui aussi, subvertical, avec une puissance moyenne de 30 cm.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en gros cristaux (alquifoux), très peu oxydée, très peu argentifère (8 grammes par tonne).

La BLENDE est noire, très fine, peu oxydée.

La MARCASSITE et la PYRITE sont abondantes à Knana.

La SMITHSONITE n'a été rencontrée qu'à l'affleurement, en masses rougeâtres ferrugineuses pauvres.

La gangue est argileuse ou gypseuse, barytique et ferrugineuse.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes de Knana-Siliana ont été découverts en 1901, mais les travaux de recherches ne se développèrent qu'à partir de 1905.

I. — Le gîte principal (KNANA-OUEST) avait été reconnu par 4 petits puits de 15 m., reliés par le 1er niveau (cote 212) ; 3 autres niveaux furent tracés aux cotes

199, 185 et 170, avec puits et descenderies. Un tonnage de 3.000 tonnes ayant été mis ainsi à la vue, le permis d'exploitation fut institué en 1908, et un petit atelier d'enrichissement installé ; pendant les années suivantes, on procéda à la préparation du gîte, ainsi qu'à des essais de traitement qui furent désastreux. La mine fut alors abandonnée jusqu'en 1924, puis on procéda à la réfection des travaux et à des recherches dans la partie rejetée du gîte.

II. — Le gîte de KNANA-EST avait été exploré, à la même époque, à partir de l'affleurement, cote 200, par un puits, et les galeries Saint-Augustin (cote 195) et Saint-Pierre (cote 188), puis, par la galerie Lafayette (cote 177), qui fut poussée vers le gîte principal et raccordée au 3^{me} niveau. Les recherches dans ce quartier n'avaient pas donné grand résultat, mais la galerie Lafayette fut cependant relevée en 1925.

III. — Le gîte de SILIANA avait été étudié de 1902 à 1912, à partir de l'affleurement, cote 163, par trois puits de 20 m., reliés par le niveau 143 ; le puits central fut alors foncé sur 67 m., avec les niveaux 133, 120 et 110 ; des galeries de recherches avaient été attaquées sur chaque rive de la Siliana. En 1924, le puits d'extraction fut dénoyé sur 45 m., et une galerie d'exhaure fut tracée à la cote 133.

De 1925 à 1927, une nouvelle tentative d'exploitation fut esquissée sur les trois gisements, au moyen d'une petite laverie installée sur la rive de la Siliana, mais les résultats furent encore décevants et ce district est abandonné depuis 1927.

La production s'élevait à 580 tonnes de blende et 40 tonnes de galène environ (soit, en métal, 170 tonnes de zinc et 22 tonnes de plomb), provenant, en presque totalité, du gîte principal ; on y aurait laissé 2.000 tonnes de minerais à 15 % Zn et 5 à 6 % Pb.

IV. — Les indices plombo-barytiques de l'AIN ET TFIFILA ont été étudiés superficiellement, de 1907 à 1912, par tranchées, puits et descenderies.

KOUDIAT SAFRA

(Planche 33)
(Planche-photos V-1)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les gîtes du Koudiat Safra s'alignent à la base du Djebel ech Cheïd, en bordure Nord-Ouest de la plaine de Gafour. La mine est desservie par une piste de 5 km., aboutissant à la station de Sidi Ayed (Tunis à 113 km.), sur la route de Gafour à El Aroussa.

La topographie de la région est marquée par la longue chaîne du Djebel ech Cheïd, se dressant à une altitude moyenne de 700 m., à 400 m. environ, au-dessus des plateaux de Teboursouk au Nord-Ouest, et de Gafour au Sud-Est. Ce massif est couvert de broussailles assez clairsemées et les plaines qui l'encadrent sont fertiles et bien cultivées.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an : les petits oueds de la région sont généralement à sec. Le niveau hydrostatique actuel est, dans les travaux, vers la cote 425 (en 1930, la venue d'eau était un peu supérieure à 1 litre-seconde).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Koudiat Safra se trouve sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre ceux de Knana, à 10 km. au Nord-Est, et d'El Akhouat, à une quinzaine de kilomètres au Sud-Ouest.

La puissante lame triasique du Djebel ech Cheïd est déversée vers la plaine de Gafour, sur une série de petits lambeaux crétacés et tertiaires.

Le Trias comporte une brèche gypso-dolomitique, avec blocs de cargneules, de grès phylliteux et de calcaires dolomitiques noirs, à cristaux de quartz et de pyrite.

Le Crétacé supérieur forme une partie des petits lambeaux, au contact du Trias, très brouillés : on y reconnaît, cependant, des marno-calcaires vraconiens (Azem el Asoud), des marnes et des calcaires noirs cénomaniens et des marnes emschériennes (travers-bancs de Koudiat Safra), et surtout des calcaires et marno-calcaires aturiens (Koudiat Safra, Koudiat Soda).

La série-magasin de Koudiat Safra (grès blancs et ferrugineux lenticulaires, dans des marnes gypseuses à bancs de lumachelle) a été attribuée, avec doute, au Lutétien supérieur-Oligocène ; on s'est d'abord demandé s'il ne s'agissait pas d'Aptien, concordant avec la série crétacée renversée de Koudiat Safra ; mais la faune des lumachelles, qu'on rencontre latéralement, semble bien paléogène (*Cyrena* et *Ostrea* cf. *multicostata* Desh.). Quoi qu'il en soit, les grès sont nettement lenticulaires, avec une épaisseur de 0 à 25 m.

Vers le Koudiat Soda, et en bordure de la plaine, existe une série continentale d'alternances de marnes et de grès, qui peut être oligocène ou miocène (?).

Enfin, la montagne triasique est couronnée d'un petit synclinal de grès grossiers, rougeâtres, à dragées de quartz, avec bois silicifié, et qui peut représenter aussi bien l'Oligocène supérieur continental que le Pontien.

Le recouvrement en croûtes calcaires est très épais dans la plaine.

TECTONIQUE

L'accident majeur est évidemment marqué par la lame triasique, qui affleure sur une trentaine de kilomètres, en direction tectonique longitudinale NE-SW, et qui est nettement déversée vers le Sud. Si notre interprétation stratigraphique est exacte, la série-magasin serait en lambeau synclinal, pincé entre cette lame et un flanc d'anticlinal crétacé, avec, nécessairement, une faille longitudinale importante entre Paléogène (?) et Cénomanien ; il s'agirait alors, très probablement, de la faille nourricière, puisqu'on assiste à un appauvrissement progressif en plomb, en allant du mur vers le toit de la lentille gréseuse ; une seule faille transversale, NW-SE, a été relevée dans la région, mais les fractures de glissement méridiennes sont connues dans la mine, limitant les lentilles minéralisées, ainsi que des rejets E-W, avec, au Koudiat Soda, décrochements du contact triasique.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — Le GITE PRINCIPAL DE KOUDIAT SAFRA est un gîte de substitution typique, dans des grès à ciment de calcite. Ces grès sont lenticulaires, et plusieurs lentilles ont été étudiées, les mieux minéralisées se trouvant au mur de la formation, c'est-à-dire au voisinage de la faille longitudinale supposée.

La lentille principale est connue depuis l'affleurement, cote 490, jusqu'à la cote 396, c'est-à-dire sur 94 m. de hauteur, et sur plus de 200 m. d'allongement, avec une puissance allant de 0 à 25 m. ; la teneur en plomb s'abaisse généralement, en allant du mur (4 à 9 %) vers le toit (1 %), à l'exception du niveau 396 où l'on aurait rencontré une puissance de 11 m. avec 4,5 % au mur, 9,5 % à 4 m. 50 et 8 % à 8 m. Au voisinage de petits rejets E-W, on a des zones riches (25 à 30 %).

La minéralisation est essentiellement plombeuse (galène) et très oxydée. Les zones à cérusite sont étendues.

II. — Une autre lentille a été reconnue à 80 m. de la faille qui limite la première, vers le Sud-Ouest, au niveau 445, avec une section minéralisée de près de 700 m^2, et une teneur de 1 à 4 % ; elle n'a pas été retrouvée au niveau 426 ; il s'agit certainement des affleurements de l'OUED LAHMAR (cote 490 environ), où l'on a trois bancs gréseux, à intercalations de lumachelle, avec une minéralisation analogue, dans le banc du mur de la formation.

III. — A 1.200 m. au Sud-Ouest du gîte principal, à l'AZEM EL ASOUD, existent des formations analogues.

IV. — Enfin, à 2.600 mètres au Nord-Ouest, le gîte du KOUDIAT SODA comporte, également, des grès à ciment de galène, en contact, par faille, avec des calcaires campaniens, à fractures en stockwerk, minéralisées en calcite et galène (filets E-W et N-S).

V. — Signalons encore une mylonite à éléments de calcaires campaniens, cimentés par du B.P.G., à 900 mètres à l'Est du gîte principal, et qui semble marquer une autre faille longitudinale, parallèle à la lame triasique.

On a donc là une formation qui s'étend sur plusieurs kilomètres et pourrait constituer un gîte important.

VII. — D'autres indices plombeux existent dans des formations analogues (grès et calcaires), sur l'autre flanc du Djebel ech Cheïd, dans la région du DJEBEL CHETLOU.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Le minerai de Koudiat Safra a fait l'objet d'une étude détaillée du Professeur J. ORCEL, dont voici les conclusions : grès à ciment de galène, avec, accessoirement, des inclusions de blende, pyrite et mispickel, et localement des produits d'oxydation (cérusite).

La GALÈNE est, en général, homogène, et cimente irrégulièrement les grains de quartz : le contact est toujours net ; la répartition se fait en bandes parallèles plus riches. Elle est assez peu argentifère (60 grammes à la tonne).

La BLENDE est en inclusions très fines (1 à 10 microns).

Le MISPICKEL et la PYRITE sont en inclusions plus nombreuses et plus larges (10 à 200 microns).

La CÉRUSITE est en grains ou en petits amas, irrégulièrement répartis dans la masse, parfois en cristaux minuscules dans les fentes. Elle est souvent associée à de la LIMONITE, avec galène résiduelle.

Dans le B.P.G. de la mylonite Est, les constituants sont beaucoup plus gros : la succession est la suivante :

Pyrite
Galène
Blende
Calcite

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Le GITE PRINCIPAL a été découvert en 1904, et reconnu, de 1905 à 1914, par des galeries en direction, avec descenderies jusqu'au niveau hydrostatique, et un travers-bancs de 70 m. (cote 426).

Les travaux de recherche furent repris très activement de 1924 à 1928 : sur la rive gauche, carrière sur l'affleurement (cote 488) et 2 galeries en direction au mur du gîte (cotes 488 et 448), avec recoupes vers le toit et descenderie ; sur la rive droite, travers-bancs, cote 445, avec allongements et recoupes ; le travers-bancs, cote 426, fut poussé jusqu'au gîte (à 277 m.), avec allongements de part et d'autre ; et de petites recherches furent ébauchées à l'Azem el Asoud, en galeries et descenderie. Une centrale et un atelier de flottation furent installés en 1928 et la concession instituée en 1929.

De 1929 à 1931, la galerie 445 fut poussée vers le Sud-Ouest et la descenderie de Chalonges, avec puits, reconnut l'aval-pendage jusqu'à la cote 396, avec deux allongements dans la couche, aux niveaux 416 et 406. En même temps, on entreprenait l'exploitation, avec une production de 2.600 tonnes de minerais marchands, représentant près de 1.300 tonnes de plomb-métal. Il reste 3.000 tonnes de haldes à 2 % Pb.

En 1931, le médiocre rendement de l'atelier de flottation, et, surtout, la crise provoquaient l'abandon de la mine. Cependant, on avait à la vue un tonnage de 373.000 tonnes de tout-venant, représentant près de 10.000 tonnes de plomb-métal (soit 62.000 tonnes de sulfurés à 4 %, 101.000 tonnes de sulfurés à 3 % et 210.000 tonnes d'oxydés à 2 % Pb).

En 1949, de petites recherches, de part et d'autre du gîte, étaient entreprises, et le travers-bancs remis en état.

II. — Au KOUDIAT SODA, des travaux de recherches conséquents furent exécutés, de 1925 à 1931, et de 1936 à 1939 : à ciel ouvert (cotes 560 à 542) et en galeries (cotes 538, 519, 498 et 472) ; la production a été d'une centaine de tonnes de plomb-métal.

III. — Enfin, des grattages ont été effectués sur des formations semblables, sur les flancs du DJEBEL CHETLOU.

TRAVAUX CONSULTÉS

Pr. J. ORCEL : *Etude micrographique du minerai de Koudiat Safra*, rapport inédit, 1930.

DJEBEL EL AKHOUAT

(Planche 34)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel el Akhouat est constitué par deux mamelons qui se dressent dans la plaine du Krib-Gafour, en terminaison méridionale du chaînon du Djebel ech Cheïd.

On accède à la mine par une piste d'un kilomètre, à partir de la route N° 66, de Teboursouk à Sidi Nasr Allah, à 3 km. de la station d'El Akhouat (Tunis à 132 km.).

La topographie est peu accentuée, le point culminant étant à 607, 200 m. environ, au-dessus du niveau du plateau ; les affleurements sont situés vers la cote 500.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an ; et l'alimentation en eau de la mine est assurée par l'exhaure du troisième niveau et des niveaux inférieurs ; le niveau hydrostatique primitif oscillait entre les cotes 410 et 420 et la venue d'eau est de 2 à 5 litres-seconde.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce district est dans la même situation tectonique et entre ceux de Koudiat Safra, à une quinzaine de kilomètres au Nord-Est, et de Bou Khil, à une dizaine de kilomètres à l'Ouest.

Le Djebel el Akhouat représente la terminaison périclinale sud d'un petit anticlinal dissymétrique crétacé, en bordure occidentale de la partie méridionale de la lame triasique du Djebel ech Cheïd.

Le TRIAS est formé de la brèche argilo-gypseuse, à blocs dolomitiques et gréseux, et à cristaux de quartz enfumé et de pyrite hématisée.

L'ALBO-APTIEN comprend une série de marnes verdâtres et marno-calcaires, avec quartzites et, vers la base, un niveau à *Orbitolina discoïdea-conoïdea* GRAS, *Cidaris* sp., *Terebratula tamarindus* SOW. et *Parahoplites* cf. *fissicostatus* PHILL.

Le VRACONIEN est représenté par des marnes et marno-calcaires en plaquettes à : *Scaphites æqualis* SOW. et *Camptonectes* sp. C'est le lieu d'élection des filons principaux d'El Akhouat.

Le CÉNOMANIEN comprend des marno-calcaires noirs et des calcaires blancs massifs à *Acanthoceras* cf. *meridionale* STOL.

Au-dessus, le TURONIEN est représenté par des calcaires roux surmontés de calcaires blancs noduleux et d'alternances.

L'EMSCHÉRIEN, formé de marnes noires, est presque partout dissimulé sous le recouvrement.

L'ATURIEN comprend : les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur et les alternances et marnes du Maestrichtien.

Le LUTÉTIEN est représenté par une barre de calcaires glauconieux détritiques à *Nummulites millecaput* BOUBÉE, et des marnes à Huîtres.

Transgressivement, arrivent, au Nord-Ouest, des formations marines (marnes et lumachelles), puis continentales (marnes et grès grossiers à bois silicifiés) qui représentent, soit l'Oligocène, soit le Miocène.

Le recouvrement est étendu sur tout le plateau, à l'entour du Djebel el Akhouat.

TECTONIQUE

L'accident majeur, marqué dans cet alignement, par la lame triasique du Djebel el Cheïd, qui affleure sur 2 km. de largeur, et s'étend sur une trentaine de kilomètres vers le Nord-Est, paraît s'amenuiser et s'incurver vers le Sud, le long du flanc oriental de l'anticlinal crétacé, puis tourner brusquement en direction E-W, dans la zone minéralisée sud : la lame se réduit, ici, à quelques mètres de puissance, puis disparaît. Elle est peut-être relayée, au crochon, par une faille longitudinale, qui a été supposée en direction SSW.

L'anticlinal crétacé est lui-même découpé par un réseau de failles longitudinales et transversales.

Les filons principaux se trouvent dans des fractures de glissement et des fractures transversales, en éventail de NW-SE à E-W, limitées, localement, par une faille méridienne, à l'Est, mettant en contact les calcaires cénomaniens et les marno-calcaires vraconiens, et par le mur marneux de ces derniers, à l'Ouest.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le Djebel el Akhouat présente deux zones d'imprégnation au contact, et, essentiellement, une série de gîtes filoniens.

I. — GITES D'IMPRÉGNATION

1. ADAMA : c'est un petit gisement assez excentrique (à 2 km. au Nord du quartier principal), qui comporte une zone bréchique, au contact Trias-marno-calcaires cénomaniens, avec filets plombo-barytiques, de 2 à 12 cm. de puissance réduite, reconnus sur une cinquantaine de mètres en direction ENE-WSW et une vingtaine de mètres de hauteur.

2. FILONS 1-2 D'EL AKHOUAT : c'est, en réalité, une zone d'imprégnation ferro-barytique zincifère (smithsonite et limonite à l'affleurement ; blende et surtout pyrite en profondeur), au contact nord de la lame triasique, subverticale, E-W. Cette zone, reconnue sur 150 m. en direction, avec des parties stériles, et sur 80 m. de hauteur, n'était guère exploitable jusqu'à maintenant que dans sa partie orientale, à ciel ouvert (faisceau de filets calaminaires).

II. — GITES FILONIENS

Ils sont cantonnés dans la boucle méridionale de la lame triasique, sur 350 m. d'étendue environ. On a, du Nord au Sud, quatre filons principaux, dans les marno-calcaires vraconiens :

1. Le FILON 8, WNW-ESE, à pendage 60° N, au niveau 486, s'inversant à 75° S, au niveau 416, reconnu sur une cinquantaine de mètres d'allongement et 125 m. de hauteur, surtout zincifère, avec une puissance allant de 20 cm. à 2 m. (en smithsonite au niveau 486, en B.P.G. au-dessous du niveau 441, avec des passées de 80 cm., à prédominance de blende).

2. Le FILON 7, N 35° W, subvertical, reconnu sur 110 m. en direction et 140 m. de hauteur, avec deux *colonnes* riches, atteignant 5 m. de puissance (dont 3 m. de smithsonite massive) au niveau 486, et 1 m. 50 au niveau 416, en B.P.G. (à prédominance de pyrite).

3. Le FILON 6, WNW-ESE, à pendage 75° N, reconnu sur 120 m. en direction, avec des indices plombeux à 200 m. à l'Ouest, et sur 175 m. de hauteur, avec une *colonne* riche à l'ESE, d'une trentaine de mètres de longueur au niveau 416, avec des filets de galène donnant une puissance réduite de 5 à 10 cm. Ce filon est surtout plombeux.

4. Le FILON 3-4 est plutôt une zone filonienne, dans une faille N 60° W, à pendage 70 à 80° N, avec filets de B.P.G., et *colonnes* d'enrichissement, reconnue sur 200 m. en direction, avec naturellement des passées stériles, et sur 140 m. de hauteur ; une zone a été reconnue au niveau — 50 (cote 366) sur 60 m. de longueur, avec 35 cm. de puissance réduite en B.P.G. (à galène dominante).

La minéralisation utile, surtout calaminaire jusqu'à une cinquantaine de mètres de la surface, a passé progressivement, vers la cote 433, à un B.P.G. très variable suivant les filons, et même suivant les niveaux ; dans l'ensemble, il y aurait environ deux fois plus de zinc que de plomb. Les reconnaissances récentes ont démontré l'extension de tous les filons en profondeur, jusqu'au niveau — 50 (cote 366).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à grosse maille, très peu oxydée, assez peu argentifère (25 à 120 grammes à la tonne).

La BLENDE (Schalenblende) se présente sous deux formes : soit blanc-jaunâtre, très fine, rubannée et concrétionnée en cocardes, soit rougeâtre, à larges facettes. Elle est très oxydée, au-dessus du niveau hydrostatique.

La PYRITE et surtout la MARCASSITE sont très abondantes dans certaines zones du quartier Ouest ; elles sont parfois en gros amas fibro-radiés. Le sulfure de fer existe aussi sous forme de MELNICOVITE-PYRITE, en petits spérolites, au contact des arceaux de blende.

La SMITHSONITE est en masses rubannées, jaunâtre ou blanchâtre, assez riche (35 % Zn).

La gangue est essentiellement formée de CALCITE blanche et de LIMONITE ; la BARYTE est à peu près cantonnée dans les zones de contact.

La succession est, en général, inversée :

Galène
Blende
Marcassite-Pyrite
Calcite

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les affleurements plombeux portaient les traces de recherches antiques peu poussées. Les filons furent découverts en 1892, et reconnus, pendant les années suivantes, par une série de tranchées, puits et galeries d'allongement, à partir de la voie de roulage ou premier niveau (cote 480 environ), qui menait aux fours de calcination.

La concession fut instituée en 1896, et une première exploitation des parties riches fut poussée, sur une quarantaine de mètres de hauteur, dans les différents filons. En 1898, on traça deux travers-bancs au 2^{me} niveau (cote 441), vers les filons 3-4 et 7, réunis, par la suite, par une galerie Nord-Sud ; puis une grande galerie d'écoulement (3^{me} niveau) fut tracée à la cote 416, avec deux branches vers les deux quartiers d'exploitation et traçages dans les filons, avec dépilages des zones riches.

De 1906 à 1912, on se borna à effectuer des glanages en carrières et dans les travaux souterrains ; une petite laverie, installée en 1908, n'ayant donné que des résultats très médiocres.

Les recherches en profondeur furent reprises, de 1912 à 1914, à partir du 3me niveau, par un puits de 32 m., dans le quartier ouest, avec traçages aux niveaux 406 et 388, et exploitation d'une partie de cette zone, entre les niveaux 416 et 401 ; dans le quartier nord, un puits de 10 m. foncé dans le filon 7, permit de dépiler une zone de 45 m., entre les niveaux 416 et 406.

La mine fut à peu près abandonnée de 1914 à 1923 ; puis, jusqu'en 1930, on se borna à quelques glanages dans les carrières et à des recherches sur divers affleurements, au-dessus des anciens travaux, vers la cote 530.

La crise amena un nouvel arrêt, de 1930 à 1938, et, par la suite, le 3me niveau fut rééquipé, avec recherches et petits dépilages dans le quartier nord. En 1947, on installa une petite centrale et une laverie, et, depuis, les recherches sont poussées, assez activement, dans le quartier ouest, au-dessous du 3me niveau, par un puits de 50 m. avec allongements aux cotes 389 et 366. En 1951, ce dernier niveau a recoupé tous les filons.

La production totale, au 1er janvier 1951, s'élève à 9.500 tonnes de calamine calcinée, 9.000 tonnes de terres calaminaires, 4.600 tonnes de galène et 2.800 tonnes de blende (soit, en métal, 5.700 tonnes de zinc et 2.600 tonnes de plomb).

En 1951, les réserves probables s'élèvent à 25.000 tonnes de minerais marchands, plombo-blendeux.

Au Nord, le gîte d'Adama a été exploré de 1920 à 1928, par galerie, descenderie et un puits de 15 m. ; la production, à cette époque, a été d'une centaine de tonnes de minerais de plomb.

DJEBEL BOU KHIL

(Planche 35)
(Planche-photos VI-2)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le massif de Bou Khil se dresse au milieu de la plaine du Krib. On accède à la mine par une bonne piste de 6 km., à partir de la route du Krib au Krib-gare, à 6 km., encore, de la station (Tunis à 139 km.).

La montagne est assez abrupte, culminant à 743, à quelque 300 m. au-dessus des plateaux qui l'encadrent. Les affleurements de Bou Khil-Sud sont situés sur le flanc méridional, entre les cotes 560 et 520.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an ; mais cette région est à peu près dépourvue de sources. Le niveau hydrostatique a été atteint, dans les travaux, à la cote 482.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Bou Khil est toujours sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre El Akhouat, à 10 km. à l'Est, et Lorbeus, à une trentaine de kilomètres au Sud-Ouest.

La lame triasique, qui constitue la majeure partie du massif, est en direction tectonique, vers le Sud-Ouest, du chaînon analogue du Djebel ech Cheïd, et la structure est semblable : on a, en bordure des plaines d'effondrement, une série de lambeaux crétacés et éocènes, recouverts, transgressivement, par des formations continentales.

Le TRIAS est formé d'une brèche argilo-gypseuse, à blocs dolomitiques et gréseux (à oligiste), avec cristaux de quartz bipyramidé, de dolomite et de pyrite hématisée. C'est au contact, et même en bordure dolomitique du Trias, que se trouvent les gîtes d'imprégnation du Bou Khil-Sud.

Le VRACONIEN du col d'Ouiba comporte des marnes et marno-calcaires en plaquettes à *Mortoniceras inflatum* SOW. et *Camptonectes* sp.

Au-dessus, le CÉNOMANO-TURONIEN est formé d'alternances de marnes et de calcaires massifs en gros bancs.

Le SÉNONIEN est représenté par les calcaires blancs du Campanien et les marno-calcaires du Maestrichtien inférieur. L'Emschérien, marneux, est partout recouvert.

L'EOCÈNE comprend les marnes suessoniennes, visibles seulement dans les travaux miniers du quartier Dante, où elles constituent le mur du gîte, et les calcaires londino-lutétiens, très détritiques, à *Nummulites millecaput* BOUBÉE.

Au dessus, vient une série de marnes, grès et lumachelles, qui peuvent représenter soit le Lutétien supérieur-Oligocène, soit le Miocène.

Le recouvrement est important sur les plateaux qui entourent le massif (éluvions, croûtes).

TECTONIQUE

Le massif triasique, qui s'étend sur 1.500 m. de largeur, représente probablement, un jalon de l'accident important, qui prend toute la Tunisie en écharpe. Le flanc sud-occidental du Djebel bou Khil présente une particularité assez remarquable : c'est une deuxième lame triasique avancée, très mince (10 à 40 m. de puissance), qui court parallèlement au massif principal, à une distance variable (de 20 à 200 m.), cernant des formations crétacées, plus ou moins laminées et dolomitisées, et qui présentent de petites fractures, elles aussi longitudinales.

Ces deux accidents longitudinaux, dont le second est certainement en relation avec le gîte principal, sont eux-mêmes découpés par de petites failles transversales. Enfin, ce même gisement est en relation, vers l'Ouest, avec un fracture de glissement E-W, très nette.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le Djebel Bou Khil présente quelques petits gîtes filoniens et, essentiellement, des gîtes d'imprégnation.

I. — OUIBA et BOU KHIL NORD-OUEST

Série de fractures de glissement, d'allure générale E-W, à pendage S, dans les calcaires cénomaniens, avec filets et stockwerk de baryte, célestite, calcite, galène et smithsonite.

II. — BOU KHIL-SUD

Série de gîtes d'imprégnation sur près de 2 km., le long des contacts Trias, et dans les marno-calcaires crétacés intercalés. On a, d'Ouest en Est, les gisements suivants :

1. CHANTIER 3. — Zone ferro-calaminaire au contact nord de la lame avancée, à smithsonite pauvre (15 % Zn), affleurant sur 150 m. de longueur.

2. CHANTIER SAINT-PIERRE. — Prolongement probable de la zone du chantier 3, avec smithsonite plus riche (25 % Zn), également en filets de 5 à 25 cm. avec galène, dans les marno-calcaires. Ce chantier a une extension d'une cinquantaine de mètres, en direction, et d'une trentaine de mètres en hauteur.

3. CHANTIER 1-2. — Dans cette région, la zone marno-calcaire, intercalée entre les deux lames triasiques, est très étroite (15 m.) ; et l'on a des imprégnations plombeuses, avec baryte, aux deux contacts et qui pénètrent même dans les dolomies triasiques, avec substitution vraie. Ces indices intéressants n'ont guère été étudiés, que sur une vingtaine de mètres en direction et en hauteur.

4. CHANTIER PRINCIPAL. — La *colonne Dante* est une lentille de métasomatose, en direction longitudinale NE-SW, à pendage 60° NW, passant à la verticale vers 35 m. de profondeur, située entre des calcaires campaniens (?) dolomitisés, au toit, et un niveau marneux, très mince (4 à 5 m.), au mur, éponte septentrionale de la lame triasique avancée, qui, dans cette zone, n'a qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur.

La lentille, qui est en rapport, vers l'Ouest, avec une fracture de glissement E-W, a été reconnue sur une cinquantaine de mètres suivant la pente, avec une section moyenne riche (30 % Zn) d'une centaine de mètres carrés (30 à 35 m. d'allongement et 2 à 4 m. de puissance), avec une auréole plus pauvre de 500 m² (à 10 % Zn). La minéralisation est essentiellement zincifère, en smithsonite (avec cérusite) sur une vingtaine de mètres de hauteur, en blende (avec galène) au-dessous.

Les formations dolomitisées, au toit du gîte, sont, elles aussi, plus ou moins imprégnées en galène et en blende.

5. Chantier Est. — La lame triasique avancée présente, là, une fracture longitudinale, à pendage 70° Nord, de 1 m. 50 à 2 m. d'ouverture, avec filets de smithsonite et cérusite à l'affleurement, et boules de blende, à une dizaine de mètres de profondeur. Cette zone a été reconnue sur une cinquantaine de mètres en direction et 12 m. suivant la pente. Au contact nord de la même lame, à 25 m., existe une deuxième zone, décapée par tranchées, avec célestite et soufre.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La Galène est assez fine, surtout dans les gîtes de substitution des dolomies (de l'ordre du millimètre), peu oxydée.

La Blende (schalenblende), très fine, jaunâtre, rubannée, concrétionnée, se présente également sous une forme brunâtre, de première venue.

La Pyrite, très fine, est rare.

La Cérusite, assez peu abondante, est noire, compacte, très fine, avec résidus de galène.

La Smithsonite est rubannée, concrétionnée, mamelonnée, particulièrement riche dans la *colonne Dante* (40 à 50 % Zn).

La Dolomite très fine, au toit du gîte principal, plus ou moins imprégnée de blende et de galène, semble bien due à une transformation hydrothermale du calcaire campanien.

La Baryte et la Célestite sont blanchâtres, en gros cristaux.

La Quartz existe en petits cristaux rouges, dans les dolomies triasiques, à substitution de galène : il paraît bien, lui aussi, d'origine hydrothermale.

La dolomitisation et la silicification de certaines zones, bien localisées, sont antérieures aux venues plomb, puis zinc (2 venues).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes du Bou Khil-Sud, découverts en 1905, ont été étudiés jusqu'en 1914, par une série de travaux peu importants, alignés sur 1.200 m., d'Ouest en Est : chantiers 3 (4 tranchées), Saint-Pierre (2 travers-bancs, cote 533 et 528, et 2 galeries, cotes 553 et 525), galerie du chapeau de fer, chantiers 1 et 2 (3 travers-bancs, cotes 560, 546 et 520 et tranchées), chantier Dante (tranchées et puits).

Ces travaux furent abandonnés de 1914 à 1923, puis le chantier Dante fut exploré jusqu'en 1926, par 2 descenderies (cote 523) avec allongements, le travers-bancs n° 2 (cote 503), la galerie Sainte-Barbe (cote 495) et le travers-bancs n° 1 (cote 483). La concession fut alors instituée en 1926, et l'exploitation des parties riches fut entreprise.

Les recherches furent reprises au chantier Saint-Pierre par le T.B. 3 (cote 525) et au chantier 1 (cote 506) et la lentille Dante fut reconnue aux 3 niveaux ; un petit puits de 1 m., au niveau 483, est en plein minerai. Le gîte est, découvert en 1927, fut exploré par tranchée et descenderie, puis par le travers-bancs Dante (cote 508).

La crise amena l'abandon de la mine jusqu'en 1937, et, jusqu'en 1951, on se borna à l'entretien des travaux et à quelques dépilages dans la *colonne Dante*. Le travers-bancs 0 (cote 479), attaqué en 1947, ne put être achevé.

En 1951, un échantillonnage systématique et une reconnaissance, par sondage de 80 m., jusqu'au niveau 447, ont démontré l'extension du gîte en profondeur.

La production s'élevait, au 1er Janvier 1951, à 1.700 tonnes de calamine et 1.700 tonnes de blende (soit 1.400 tonnes de zinc-métal). On aurait, à ce moment, un tonnage probable de 100.000 tonnes de tout-venant, à 13 % Zn, environ, et 1 % Pb.

Les gîtes du Djebel Ouiba et du flanc NW du massif (à 4 km. au Nord), connus depuis 1897, ont fait l'objet, à diverses reprises, de petits travaux peu importants.

BOU GRINE-LORBEUS

(Planche 36)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces deux gîtes sont situés sur le flanc du Djebel Lorbeus, premier contrefort occidental de la plaine du Sers, à une quinzaine de kilomètres au Sud-Est du Kef, et de part et d'autre de la route N° 17, de Tabarka à Kairouan. Les mines sont desservies par deux bonnes pistes et se trouvent à 5 km., environ, de la station des Salines (Tunis à 170 km.).

La topographie est peu accentuée, le Djebel Lorbeus culminant à 762, 220 m., environ, au-dessus du niveau de la plaine ; les gîtes se trouvent aux cotes 600 (Bou Grine) et 650 à 670 (Lorbeus).

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an, et l'Oued Tessa coule au pied du Djebel Lorbeus, toute l'année. Le niveau hydrostatique a été atteint dans les travaux du Lorbeus, vers la cote 523.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce district se trouve sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre le Bou Khil, à 30 km. au Nord-Est et le petit gîte de Sidii, à 25 km. au Sud-Ouest.

La lame triasique semble occuper à peu près la partie axiale d'un anticlinal sénonien, avec formations miocènes transgressives, au Nord.

Le TRIAS, dans la partie septentrionale du massif, est formé de la brèche argilo-gypseuse bariolée, à blocs de calcaires dolomitiques noirs, de cargneules jaunâtres et de grès phylliteux bigarrés, avec cristaux de quartz enfumé bipyramidé et de pyrite hématisée, brèche qu'on rencontre habituellement en Tunisie. Mais, vers le Sud, apparaît, par failles, un petit noyau de grès, dolomies et argiles à *Myophoria Goldfussi* V. ALBERTI, qui caractérise le Muschelkalk, et la brèche gypso-dolomitique serait alors du Keuper. C'est la brèche de contact Trias-Campanien qui est minéralisée, dans le gîte ouest de Bou Grine.

Le SÉNONIEN comprend : les marnes bleues emschériennes, les calcaires et marno-calcaires noirs du Campanien inférieur, les alternances du Campanien moyen, les calcaires blancs massifs du Campanien supérieur et les marno-calcaires du Maestrichtien inférieur.

Les gîtes filoniens principaux sont situés dans le Campanien.

Au Nord-Ouest du massif, apparaît, transgressivement, une série continentale de marnes gypseuses à *Helix*, calcaires lacustres, grès et poudingues ; on l'a rapportée au PONTIO-PLIO-QUATERNAIRE ANCIEN.

TECTONIQUE

La lame triasique du Lorbeus affleure sur une dizaine de kilomètres de longueur, avec une largeur atteignant 1.500 m. ; d'allure d'abord SW-NE, elle s'in-

curve, vers le Nord, en direction de la lame du Kebbouch, dont elle doit représenter une apophyse importante ; on la perd rapidement vers le Sud-Ouest.

La fracture minéralisée du gîte oriental du Bou Grine, est une petite faille longitudinale méridienne, parallèle à cet accident.

La plaine du Sers est probablement une plaine d'effondrement, limitée par une faille de cet ordre, au Nord-Ouest.

De petites failles transversales E-W, postérieures, sont nettes au Bou Grine, où elles affectent le contact Trias, ainsi qu'au Lorbeus, où la faille de l'Oued Louatia a un rejet important. Un des gîtes principaux du Lorbeus, se trouve dans une faille transversale, également, NW-SE, l'autre étant au voisinage dans une belle fracture de glissement E-W.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes connus sont cantonnés sur le flanc oriental du massif triasique, au contact, ou dans les formations campaniennes de bordure. Le gîte du Lorbeus est à 6 km. au Sud-Ouest du Bou Grine : entre eux, le Campanien est probablement effondré sous la plaine et le Trias arrive au contact de formations récentes.

I. — DJEBEL BOU GRINE

Il comporte un *gîte de contact Nord-Sud* (dit *gîte n° 2*), représenté, en affleurement, par une brèche barytique, de 1 à 2 m. de puissance, visible sur une distance supérieure à 1 km., avec une petite *colonne* calaminaire, à pitch SE, reconnue sur une quarantaine de mètres de longueur, entre les cotes 604 et 572, avec une puissance variable, de 20 cm. à 3 m. 40 ; au niveau 572, on est, déjà, dans les apophyses de la lentille, et, au niveau 563, dans la zone sulfurée surtout pyriteuse.

Le *gîte n° 1* est parallèle au premier, et à 70 m. à l'Est de celui-ci, dans les calcaires campaniens ; c'est une fracture longitudinale, N-S, visible en affleurement sur près de 500 m., avec une *colonne* plombo-calaminaire, à pitch NE, reconnue sur une cinquantaine de mètres d'allongement, entre les cotes 622 et 553, puis suivie en profondeur jusqu'à la cote 545, où apparaissent les sulfurés. Une autre *colonne* semble exister à 350 m. au Nord (suivie sur 35 m. de profondeur).

II. — DJEBEL LORBEUS

Il présente une série de *colonnes*, alignées suivant deux fractures : la première, transversale, NW-SE, à pendage 55° NE, comportait deux *colonnes* (1 et 2), à pitch 45° SE, séparées par une zone pauvre d'une quinzaine de mètres ; l'ensemble a été reconnu, depuis l'affleurement, cote 672 (avec 2 m. 50 de puissance), en allongements : sur 145 m. au niveau 648, 130 m. au niveau 636, 175 m. au niveau 618 (avec une puissance atteignant 8 m.) et 80 m., environ, aux niveaux 587 (avec 1 m. à 1 m. 50 de puissance) et 563 ; en dessous, apparaît la zone sulfurée, suivie jusque vers la cote 550, mais qui n'aurait pas été retrouvée par le niveau 528.

Le deuxième accident, à une cinquantaine de mètres vers le Sud, est une fracture de glissement, avec rejet E-W, à pendage 60° S : elle comporte quatre *colonnes* (3 à 6), à pitch 45° SE, séparées par des intercalations pauvres d'une trentaine de mètres ; la *lentille 3*, à l'Ouest-Nord-Ouest, essentiellement plombeuse, a été reconnue sur une quarantaine de mètres, entre les cotes 672 et 580, avec une puissance très variable, de 2 cm. à 1 m. (en cérusite) ; elle n'a pas été retrouvée au niveau 562.

Les *lentilles 4 et 5*, surtout calaminaires, ont été reconnues sur 35 m. de longueur, et une soixantaine de mètres de hauteur entre les cotes 588 et 528 ; mais passant à des mixtes, sous le niveau 563, elles n'ont été exploitées que dans les zones riches ; leur puissance était très variable (de 0 à 3 m.).

La *lentille 6*, la plus orientale, a été reconnue sur une quarantaine de mètres d'allongement, depuis les affleurements (vers la cote 620) jusqu'au niveau hydrostatique (cote 523), avec une puissance variable de 50 cm. à 2 m. ; la blende est apparue vers la cote 540.

III. — Koudiat el Guenaoua

De l'autre côté du massif triasique, existe aussi un chaînon de calcaires campaniens, avec une fracture longitudinale, N 40° E, à pendage 50° NW, s'inversant vers le SW, à remplissage de brèche et calcite, à smithsonite pauvre et mouches de galène. Ce filon, qui affleure sur près de 2 km., a été recoupé stérile, à une cinquantaine de mètres de profondeur.

Tous ces gîtes sont donc très oxydés, et essentiellement zincifères, à l'exception de la colonne 3 du Lorbeus ; la smithsonite comporte, cependant, quelques zones plombeuses, surtout au toit, dans les colonnes 2, 4 et 6 du Lorbeus et au Bou Grine. Ce sont essentiellement des gîtes filoniens, avec remplissage de vides dans les calcaires, au voisinage immédiat des fractures.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La Galène est à grosse maille (cristaux de plusieurs millimètres en moyenne), très oxydée, très peu argentifère. Elle est très tectonisée et parfois récurrente.

La Blende est blanc-jaunâtre, concrétionnée et rubannée, en arceaux, à cristallisation très fine ; elle n'est connue que dans les travaux inférieurs, à proximité du niveau hydrostatique.

La Cérusite est le principal minerai de plomb ; noire ou grise, compacte, à cristallisation très fine, et résidus de galène.

La Smithsonite est polymorphe, soit rougeâtre, caverneuse, riche (35 à 39 % Zn), soit terreuse, pauvre (15 %) : c'est le minerai essentiel de ces gîtes (8 parties de zinc contre 1 de plomb environ).

La gangue, essentiellement ferro-barytique au *gîte de contact* du Bou Grine, est surtout calciteuse dans les filons.

La galène, très tectonisée, est moulée par des arceaux de blende postérieure, mais, parfois, une deuxième galène apparaît dans les fissures de certains arceaux brisés.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Djebel bou Grine

Quelques travaux antiques jalonnaient le *gîte de contact* (ou n° 2), et, de 1901 à 1910, les recherches s'alignèrent sur 1 km., environ, par tranchées et une dizaine de petits puits-descenderies, sans grand résultat. Le permis d'exploitation ayant été accordé en 1911, on procéda, cependant, à un dépilage à ciel ouvert, qui produisit 300 tonnes de calamine assez riche.

De 1916 à 1919, les recherches se déplacèrent sur le *gîte n° 1*, à l'Est, par une descenderie (cote 623), accédant aux niveaux 593, 575, 563 et 553 ; un puits d'extraction de 60 m., donnait accès, par travers-bancs, aux niveaux 593 et 563 ; en 1924, le prolongement du gîte fut retrouvé, à 350 m. au Nord, par une descenderie de 35 m. et une tranchée. Jusqu'en 1926, la *colonne* reconnue fut dépilée, dans ses parties riches, jusqu'au niveau 553, avec une production de 1.900 tonnes de minerais.

A ce moment, le *gîte de contact* fut repris par une descenderie de 63 m., avec traçages dans la lentille découverte, et recherches en profondeur, à partir du puits, par le niveau 563. En 1929-30, le niveau 572 fut tracé, sur plus de 300 m., dans la zone de contact, mais sembla démontrer le coincement de la lentille oxydée.

La mine fut abondonnée en 1930, après avoir produit près de 3.000 tonnes de calamine (soit 1.200 tonnes de zinc) et 80 tonnes de galène et cérusite (soit 58 tonnes de plomb). Restent sur le carreau, 7.000 tonnes de haldes calaminaires à 5 % Pb et 17 % Zn ; au moment de l'arrêt, les réserves étaient estimées à un millier de tonnes de calamine, et 15.000 tonnes de terres calaminaires. Le permis d'exploitation a été annulé en 1945.

II. — DJEBEL LORBEUS

Le gîte du Lorbeus, découvert en 1907, fut exploré, jusqu'en 1914, par divers travaux, qui se développèrent principalement sur le chantier 2, avec deux descenderies, de la cote 672 à la cote 618, et de ce dernier niveau jusqu'à la cote 576, avec les niveaux 1 (cote 648), 2 (cote 636), 3 (cote 618) et les traçages 597 et 576. On fit également 3 galeries de recherches, cotes 621, 612 et 596 et les lentilles 1 et 2 ayant été reconnues ainsi, un puits d'extraction de 35 m. fut foncé, à partir du travers-bancs, cote 645. Le gîte sud était exploré par une descenderie (cote 672) et le niveau 664, puis une deuxième descenderie, donnant accès au niveau 632 (lentille plombeuse 3).

La concession fut instituée en 1914, et la mine équipée de deux fours de calcination et d'une petite laverie ; le puits fut foncé jusqu'à 80 m., avec les niveaux 4 (cote 587) et 5 (cote 562). Cette zone nord fut exploitée, jusqu'en 1920, au-dessus du niveau 562. Entre temps, la zone sud était explorée, par descenderie, jusqu'au niveau 618 (avec travers-bancs à partir du puits d'extraction), et par extension des niveaux 583 et 562, qui découvrirent, alors, à l'Est de la colonne plombeuse, en 1919-20, trois nouvelles lentilles (4,5 et 6).

A partir de 1921, cette zone fut mise en exploitation, parallèlement à des recherches d'aval-pendage : sous la colonne 6, un puits-descenderie fut foncé jusqu'au niveau hydrostatique, cote 523, avec traçage du niveau 533. Un nouveau puits d'extraction était foncé à la cote 600 jusqu'au niveau 528, à partir duquel se fit alors l'exploitation de la zone sud, au-dessus du niveau hydrostatique, jusqu'en 1929. Durant cette période, des travaux de recherches se développèrent aux niveaux 619 et 528, sans grands résultats.

En 1926, fut installée une laverie, alimentée par une station de pompage sur l'Oued Tessa, et les zones mixtes, abandonnées autrefois (en particulier, dans la lentille 2), furent exploitées aux niveaux 577 et 583 (avec un puits-descenderie de recherche, arrêté vers la cote 550, le niveau 528 n'ayant rien trouvé en dessous).

En 1929, la mine fut abandonnée : la production s'élevait alors, à près de 20.000 tonnes de calamine calcinée à 38 % Zn, 20.000 tonnes de terres calaminaires à 14 % Zn et 2.700 tonnes de cérusite à 50 % Pb (soit, en métal, 10.000 tonnes de zinc environ et 1.300 tonnes de plomb). La concession fut annulée en 1948. Il reste quelque 20.000 tonnes de haldes calaminaires à 14 % Zn et 1,5 % Pb.

Notons que, dans ces deux gîtes, les travaux n'ont pas été poussés au-dessous du niveau hydrostatique.

III. — KOUDIAT EL GUENAOUA

Ce gîte, connu depuis 1901, a surtout été exploré méthodiquement de 1924 à 1930, par une série de tranchées et de travers-bancs, avec allongements et descenderies : tous ces travaux sont restés, à peu près, sans résultat.

KOUDIAT SIDII

(Planche 37)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Koudiat Sidii est situé sur le plateau de Tadjerouine, à une vingtaine de kilomètres au Sud du Kef. On accède à la mine, par une piste, assez bonne, de 15 km., à partir de la route N° 21, du Kef à Sbeïtla, à 1 km. de la station d'Ebba Ksour (Tunis à 191 km.).

Le relief est peu accentué : les points culminants, vers la cote 740, ne dominant le plateau que d'une centaine de mètres ; les gîtes affleurent vers la cote 700, sur le flanc de petits mamelons.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an, et l'eau est rare dans la région ; il y a quelques petits puits sur le plateau, et les travaux miniers les plus profonds (80 m., environ) n'avaient pas atteint le niveau hydrostatique.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce petit district est situé sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre le Lorbeus au Nord-Est et le Slata au Sud-Ouest, à 25 km. de part et d'autre.

Le Koudiat Sidii est constitué par trois *pointements* triasiques, semblant percer dans un anticlinal sénonien, avec formations miocènes transgressives.

Le Trias est constitué par une brèche dolomitique à énormes blocs de calcaires dolomitiques noirs. Les gîtes sont au contact, avec substitution dans ces roches, au voisinage.

Le Sénonien comprend les alternances marno-calcaires de l'Emschérien, les calcaires blancs du Campanien inférieur, les marnes du Campanien moyen, les calcaires massifs du Campanien supérieur et les marno-calcaires et marnes du Maestrichtien.

Le Miocène est formé de grès grossiers et marnes à *Ostrea crassissima* Lmk. (Vindobonien), recouverts d'une série continentale pontio-pliocène.

Le recouvrement est étendu sur le plateau (croûtes calcaires).

TECTONIQUE

La structure du Koudiat Sidii, en dôme anticlinal sénonien, serait très simple, s'il n'y avait, au travers des alternances marno-calcaires emschériennes, qui constituent la partie centrale, ces trois petits affleurements triasiques, d'allure diapire, qui couvrent une surface inférieure à dix hectares de terrain, mais, qui représentent certainement un accident important, dont ils sont d'ailleurs le seul indice dans la région avoisinant la mine. Un autre affleurement triasique, un peu plus conséquent, existe, cependant, à 2 ou 3 km. vers le Nord-Est, ce qui donnerait une direction longitudinale à cet accident.

De petites failles transversales sont visibles dans les chaînons campaniens, ainsi que des fractures de glissement méridiennes ; ces dernières paraissent bien marquées dans les gîtes, par les contacts de certaines apophyses dolomitiques. N-S et E-W.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Tous les contacts semblent présenter des indices plombo-calaminaires, mais deux zones seulement ont été étudiées sérieusement.

I. — Sur le mamelon Nord, le GITE MAXIME est une *colonne* E-W, à pendage 45° S., reconnue sur une trentaine de mètres d'allongement, et 140 m. suivant la pente, entre l'affleurement, cote 710, et le niveau 625, avec un remplissage de 12 m., de puissance, dont deux épontes de smithsonite riche, de 1 m. et 2 m. 50, séparées par une brèche marno-calcaire, à filets calaminaires et plombeux de 5 à 30 cm. d'épaisseur. Un autre croiseur plombeux a été reconnu au 4me niveau (cote 646), sur 25 m. d'allongement et 2 m. de puissance.

II. — Sur le flanc oriental du mamelon central, le GITE JEAN est également une zone de contact, NNE-SSW, à pendage 70° E, reconnue sur une trentaine de mètres d'allongement et 40 m. suivant la pente, avec un remplissage calaminaire de 1 m. 20. Au-dessous, apparaît la zone sulfurée à B. P. G., rencontrée par un puits de 20 m., pris au 3me niveau (cote 660). On a là, également, une substitution en B. P. G., dans les calcaires dolomitiques triasiques, au voisinage du contact, dont l'importance n'a pas été reconnue.

III. — Le MAMELON SUD présente, sur son flanc occidental, une zone de contact Nord-Sud, suivie sur une dizaine de mètres de profondeur et quelques mètres en direction, à remplissage calaminaire, de 40 cm. à 1 m. 50.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est à grosse maille, en groupes de cubes dans les géodes, assez oxydée, peu argentifère.

La BLENDE, très oxydée, se présente cependant en petites plages brunâtres déchiquetées dans le B. P. G.

La MARCASSITE et la PYRITE sont assez abondantes et de première formation.

La CÉRUSITE est noire, à cristallisation très fine.

La SMITHSONITE se présente, soit en blocs et en filets compacts, à structure rubannée, cloisonnée ou columnaire, à forte teneur (45 % Zn), soit sous forme terreuse et pauvre (10 à 25 %) ; elle est accompagnée d'HYDROZINCITE blanche.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes du Koudiat Sidii, découverts en 1900, donnèrent lieu, jusqu'en 1905, à des recherches sur tout le contact, mais qui ne se développèrent qu'au chantier Maxime, par les niveaux 690, 670 et 650, avec descenderies ; au chantier Jean, par puits et quatre niveaux équidistants, sur une soixantaine de mètres de hauteur, et au chantier Henri par un puits de 10 m. avec recoupes.

La concession fut instituée en 1905, et on installa un four de calcination et une petite laverie gravimétrique ; l'exploitation du gîte Maxime se développa, à ciel ouvert et par un puits d'extraction de 55 m. (cote 701), avec les niveaux 686, 666 et 646, et une descenderie jusqu'à la cote 625. Au chantier Jean, un travers-bancs de recherches (3me niveau), avec un puits de 20 m. et recoupe, découvrit un gîte sulfuré (blende et galène), dont la reconnaissance fut arrêtée en 1907. Jusqu'en 1913, l'exploitation se limita au gîte Maxime, et à ce moment, l'affaissement des travaux fut le prétexte invoqué pour l'abandon de la mine, qui résulte en fait, de la disparition en profondeur des oxydés, jugés, à l'époque, seuls exploitables.

La production totale s'élevait alors à 3.500 tonnes de calamine calcinée, 800 tonnes de galène, et 50 tonnes de cérusite (représentant, en métal, 1.300 tonnes de zinc et 450 tonnes de plomb).

DJEBEL SLATA

(Planches 38 à 43)
(Planche-photos VI-1)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Slata est le plus singulier de ces massifs qui émergent littéralement du plateau monotone, de part et d'autre de la frontière algéro-tunisienne, au Sud-Ouest du Kef.

Trois gîtes principaux sont situés à sa base : les Charren au Nord, Slatafer à l'Ouest, et Sidi Amor ben Salem au Sud, à proximité des stations de Slata et de Sidi Amor, à 230 km. de Tunis ; les gîtes de Charren et du Koudiat el Mhal se trouvent à quelques kilomètres du centre minier principal, qui est Sidi Amor. On y accède également par une piste de 1 km., qui débouche sur la route de Kalaat es Senam, à 7 km. de Tadjerouine-gare, sur la route N° 25 du Kef à Gafsa.

La montagne est particulièrement abrupte, formée de deux crêtes, l'une E-W, dite crête du Slata, qui culmine à la cote 1.103, l'autre N-S, dite crête de Sidi Amor, et culminant à la cote 962 ; elles sont séparées par le col des Pins, cote 944 ; le plateau environnant, assez régulier, se situe entre les cotes 500 et 600 ; les affleurements s'étagent entre les cotes 630 à 800, pour Sidi Amor, 600 à 750 pour Charren et Slata-Nord et 650 à 725 pour Slatafer. Le gîte du Koudiat el Mhal n'est pas dans le Djebel Slata, mais sur le plateau, de l'autre côté de la route, entre les cotes 520 et 570.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 450 mm. par an, et le ravitaillement des installations en eau est assuré par l'exhaure (10 litres-seconde en moyenne, à Sidi Amor) ; le niveau hydrostatique, dans toute la région, se trouve vers la cote 500.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Slata est l'un des dômes crétacés de la partie méridionale du sillon tunisien ; c'est le plus septentrional des massifs aptiens de cette région, qui s'étend de Djerissa à l'Ouenza el Mesloula, et, vers le Sud, jusqu'à l'Azered-Hamra, et dont les relations et la situation tectonique sont encore mal connues.

La lame triasique, qui borde le Slata au Sud-Ouest, se trouve, elle, en direction tectonique habituelle, sur le second alignement de la sous-zone des dômes, entre les petits districts du Sidii, à 25 km. au NE et du Bou Jaber, à une vingtaine de kilomètres vers le SW.

C'est d'un point de vue tectonique, principalement qu'il convient de considérer le problème du massif du Djebel Slata. Ce dôme aptien, déformé et facturé à plusieurs reprises, au cours des plissements successifs, est bordé de formations très diverses. Ce n'est qu'au Nord, qu'il paraît y avoir une série crétacée régulière, en continuité sur l'Aptien, et qui s'enfonce doucement vers le synclinal éocène du Garn Alfaya. A l'Est, on a de remarquables formations détritiques, probablement cénomaniennes. Vers le Sud, l'Aptien est à une proximité tout à fait anormale des chaî-

nons campaniens, et il semble bien que ce soit là une zone d'effondrement, comblée de formations miocènes. Vers le Sud-Ouest, enfin, apparaît un massif extrusif de Trias sur lequel nagent des blocs turoniens.

Le TRIAS de Sidi Nasseur affleure sur quelques kilomètres carrés ; de direction NE-SW, il paraît en relation avec les failles principales du Djebel Slata. Il est constitué des habituelles formations bréchiques, à blocs dolomitiques et gréseux, avec gypse et baryte ; et lorsqu'on peut déterminer la stratification (comme dans le T. B. St-Charles, au Sud du Koudiat ben Jaou), il semble se comporter comme un dôme assez régulier. Le gypse existe surtout dans la partie sud-orientale du massif.

L'APTIEN comprend :

a) Alternances de marnes, calcaires siliceux, marno-calcaires et grès, avec, vers le sommet : *Orbitolina lenticularis* BLUM., *Salenia prestensis* DES., *Pseudodiadema Malbosi* COTT., *Holectypus portentosus* COQ., *Epiaster incisus* COQ., *Exogyra Couloni* DEFR. et *Belemnites*.

Ces formations, qui représentent le cœur de l'anticlinal, se voient en deux points sous les calcaires : versant oriental de la crête de Sidi Amor ; versant nord-occidental du Slata, à l'Ouest de la faille anticlinale.

b) 1. Calcaires massifs gris sublithographiques à Orbitolines et Polypiers comportant vers la base un lit marneux. Il semble bien qu'on ait des variations d'épaisseur assez considérables dans ces formations subrécifales (de 50 à 150 cm.).

Ils forment les crêtes du Slata et de Sidi Amor et leur pendage est : S, à l'Ouest de la crête de Slata ; N et NE à l'Est de cette crête ; W. SW et S sur la crête de Sidi Amor, du Nord au Sud.

C'est la roche-magasin la plus favorable du massif.

2. Calcaires bleutés passant à une lumachelle.

c) I. Marnes à Orbitolines, bien visibles surtout au Sud des Charren.

2. Banc gréseux à Orbitolines qui forme : au Nord du Slata, la crête 741; à l'Ouest de Sidi Amor, la crête de Sidi Nasseur.

L'ALBIEN est formé de marnes noires *pommes de terre frites*, avec intercalations gréseuses et calcaires. Il est bien développé au Nord-Ouest et au Nord du massif, où il passe insensiblement au Cénomanien.

Le CÉNOMANIEN est difficile à distinguer de l'Albien ; sur le versant septentrional, ce sont les mêmes marnes noires monotones avec lames de gypse, et quelques marno-calcaires à *Acanthoceras Rothomagense* DEFR. (O. el Hammaja). Sur le versant est, il comporte, au voisinage de la faille anticlinale, des alternances de grès, très glauconieux, avec fossiles aptiens remaniés, et de marno-calcaires noirs. Ce faciès est très visible dans les premiers ravins qu'on rencontre en prenant la piste de Sidi Amor à Charren. Il indique nettement une émersion ou un haut-fond antécénomanien.

Au TURONIEN ont été attribuées les formations marno-calcaires jaunâtres, d'épaisseur réduite, à *Inoceramus labiatus* SCHLOT., du Kef el Jegaga et du Koudiat ben Jaou.

L'EMSCHÉRIEN n'affleure guère que sur le flanc nord-ouest des chaînons sénoniens du Djebel el Kfa, et sur la route de Tadjerouine ; ces formations marneuses constituent probablement le soubassement de la plaine d'El Maïzila.

L'ATURIEN forme les chaînons du Dj. Feddam, du Djebel el Kfa et du Demnet el Hallouf, en arc de cercle, coupé de nombreuses petites failles en éventail, et qui flanquent à l'Est, au Sud-Est et au Sud, le massif du Slata. Mais, si vers l'Est, on a une épaisseur de crétacé convenable, sous la plaine, entre le Slata et Tadjerouine, il n'en est pas de même à mesure que l'on va vers le Sud-Ouest, où le chaînon du Demnet el Hallouf se trouve à 1 km., à peine, des calcaires aptiens de Sidi Amor. Il n'y

a pas de doute que la poussée, vers le haut et vers le Sud, du dôme du Slata n'ait produit à la fois un laminage des séries marneuses du Crétacé moyen de cette région et, vers le Sud, une zone d'effondrement.

La série aturienne comporte :
— Marno-calcaires blancs ;
— Alternances de marnes et marno-calcaires ;
— Calcaires crayeux blancs massifs à *Terebratula recurva* Def. (Sidi Krediri), *Terebratula* sp., *Inoceramus regularis* d'Orb. (Demnet el Hallouf) et *Balanocrinus africanus* de Loriol (Kfa).

Les marnes suessoniennes situées entre les chaînons campaniens et éocènes n'affleurent que sur la route de Tadjerouine.

Le Londino-Lutétien forme les chaînons du Kef et Tir et du Salsala, en arc de cercle parallèlement aux chaînons sénoniens, et découpés par les mêmes failles :
— marno-calcaires phosphatés (recherches du Salsala) ;
— calcaires massifs à *Nummulites Rollandi* Munier-Chalmas, *N. gizehensis* de la Harpe et *N. irregularis* Desh.

Pervinquière a attribué au Burdigalien les grès coquilliers jaunâtres qui forment une petite crête, au Sud de la mine de fer et du Slata, près de la route. Par ailleurs, existe, pincé entre le Trias du Koudiat Zerga et le lambeau turonien du Kef el Jegaga, un petit synclinal miocène à bancs gréseux et conglomératiques très redressés, avec intercalations marneuses riches en *Ostrea crassissima* Lmk. Enfin, les curieuses formations marneuses, versicolores et gypsifères, qu'on rencontre dans les travaux de la mine de Sidi Amor, au Sud de la grande faille méridionale, et qu'on considérait, soit comme les marnes du toit des calcaires aptiens, soit même comme du Trias, ont bien l'aspect de marnes miocènes.

Ces trois jalons, que j'ai rapportés avec doute au Vindobonien, semblent bien représenter les résidus d'une fosse synclinale au Sud du Slata.

Encore plus au Sud, dans la région de l'Oued Sarrath, existent des formations parfois très redressées, et comprenant des conglomérats à éléments parfois énormes (surtout calcaires campaniens et éocènes) ; des alternances de marnes et de grès fins. Elles ont été attribuées au Pontio-Pliocène (?).

Le recouvrement est très étendu sur les formations marneuses dans la partie orientale de la carte, et on a des cônes d'éboulis considérables de calcaires aptiens, sur tout le flanc méridional du Slata ; dans le coin sud-occidental de la carte, se trouvent les alluvions peu épaisses de l'Oued Sarrath.

TECTONIQUE

L'examen général de la région montre que, si l'on a des plis dirigés normalement WSW-ENE, il existe aussi des plis transversaux, c'est-à-dire NNW-SSE ; il est donc loisible de considérer les massifs aptiens de cette zone, comme des nœuds à l'intersection de ces deux directions, par suite, ayant subi des efforts tectoniques considérables et redoublés.

Le massif du Slata présente trois parties bien distinctes :

— la partie W de la crête du Slata à pendage sud ;

— la partie centrale et orientale de cette même crête, à pendage nord, puis nord-est ;

— la crête de Sidi Amor à pendage W, puis SW et S.

Il semble qu'on ait affaire à un dôme anticlinal, avec faille subaxiale, ayant fait basculer la partie septentrionale vers le Nord, la partie méridionale vers le Sud, avec dédoublement ultérieur (dû à d'autres failles transversales) en deux blocs.

Si cette hypothèse est exacte, la faille anticlinale (*Fa*), visible actuellement à ses extrêmités, c'est-à-dire sur le flanc NW du Slata et sur le flanc E de Sidi Amor, doit être supposée entre ces deux points, et affecterait alors l'allure bizarre qu'on lui a donnée sur la carte, rejetée trois fois par des failles transversales importantes, les deux premières NW-SE, la troisième NE-SW. D'allure d'abord W-E, puis N-S, elle aurait subi la torsion et les brisures infligées au massif, lors d'une phase tectonique ultérieure.

Quant à la faille méridionale (*Fm*), ce serait une faille d'effondrement d'une phase tectonique récente ; elle n'est visible que dans les travaux miniers de Sidi Amor, et c'est, peut-être, la faille nourricière de ce gisement.

Les relations tectoniques ne sont pas nettes entre le massif du Slata et la lame triasique de Sidi Nasseur, qui représente certainement un important accident longitudinal ; la faille anticlinale semble bien en être un prolongement et il n'est pas impossible que la faille méridionale, elle aussi, se rattache en profondeur à une apophyse triasique, dont la brèche énigmatique de la faille Est de Sidi Amor serait une manifestation.

En résumé, l'histoire tectonique du Djebel Slata présenterait, au moins trois phases paroxystiques :

— entre Aptien et Cénomanien, il a émergé en dôme et a déjà pu être brisé en deux parties, par une faille anticlinale, d'allure générale E-W.

— puis cette zone faible a été reprise ensuite dans les plissements alpins et a été fracturée par une série de failles rayonnantes, lors d'une première phase paroxysmale (éocène).

— enfin, elle a pu subir un déplacement vertical, avec effondrements vers le Sud et dislocation en trois blocs lors d'une deuxième phase paroxysmale (postmiocène).

Une tectonique aussi violente suffirait à expliquer l'allure de ce massif ; mais cela ne signifie point qu'il n'y ait eu aussi (théorie P. FOURMARIER - L. CALEMBERT), dans l'Aptien, des lentilles calcaires avec passage latéral de faciès (on a constaté des variations d'épaisseur incontestables à l'Ouenza), ce qui aurait évidemment facilité la localisation des efforts tectoniques, ceux-ci restant, cependant, la cause primordiale.

GISEMENTS ET MINERALISATION

On a dans cette région : les gîtes ferrifères de Slata, à l'extrémité occidentale du massif (avec un peu de plomb et de cuivre) ; les gîtes plombifères de Slata NW, Slata N, Charren, Dj. Khanguet el Hadid, Marie-Louise, cols, Sidi Amor, Sidi Nasseur et Koudiat el Mhal (Koudiat ben Jaou et Kef el Jegaga).

Tous ces gisements sont situés dans l'Aptien, à l'exception de Slata Nord et Charren (Albien) et du Koudiat el Mhal (Turonien). Dans tout le massif, il y a association presque constante des gîtes filoniens avec des gîtes de substitution et il est impossible de les séparer.

I. — LES GITES DE FER sont localisés à l'extrémité occidentale du massif et comportent :

1. — Une série de fractures, NW-SE ou E-W, bien ouvertes (2 à 3 m. de puissance), minéralisées en limonite dans les calcaires aptiens, avec épanouissements, à l'intersection avec le mur au Nord, avec le toit au Sud, où s'est formé une sorte de filon-couche (avec filets de galène très argentifère).

2. — Des gîtes de substitution, représentés par 6 petits amas, alignés WSW-ENE, dans les calcaires, à peu de distance du toit. Les sondages ont montré que la limonite passait à la sidérite au-dessous du niveau hydrostatique (cote 497).

II. — LES GITES DE PLOMB

1. — SLATA N W : Filon-faille, N 30° W, à pendage 40° SW, minéralisé en galène, reconnu sur 25 m. de longueur et une trentaine de mètres de hauteur ; il s'agit d'une des failles transversales, à grand rejet.

2. — SLATA N : 2 fractures NW, subverticales, reconnues sur une centaine de mètres d'allongement et une quarantaine de mètres de hauteur, avec substitution au voisinage, dans un banc de calcaire gréseux, en baryte et galène. Le gîte de substitution semble être le prolongement, vers l'Ouest, du gîte principal de Charren, légèrement rejeté vers le Sud.

3. — CHARREN : Série de fractures méridiennes, de 5 à 10 cm. de puissance réduite en galène, avec enrichissement à l'intersection d'un banc de calcaire dolomitique de 1 m. 50 d'épaisseur, et substitution, dans ce banc, en baryte avec un peu de galène. Celui-ci, à pendage 20° N, a été reconnu par descenderie sur 250 m. vers le Nord ; d'Est en Ouest, on le suit à l'affleurement sur plus d'un km. jusqu'au Slata Nord ; vers l'Est, il disparaît, à cause de la faille du Sersouf el Aya, qui doit le rejeter vers le Sud-Ouest.

4. — DJEBEL KHANGUET EL HADID : Fractures méridiennes minéralisées en calcite et galène, et filon-faille du Sersouf el Aya, minéralisé en limonite, calcite et galène (indices dispersés sur 1 km.). Il s'agit d'une faille NE-SW, transversale, à rejet important.

5. — CHANTIERS MARIE-LOUISE ET COLS 944 ET 962 : Il s'agit encore de deux filons-failles transversaux NE-SW, minéralisés en calcite, baryte et galène ; celui du col des Pins présente des indices sur près de 500 m.

6. — SIDI AMOR BEN SALEM : Ce gîte très complexe se compose :

a) au Sud, d'un *filon-faille* correspondant à la faille méridionale et mettant en contact, l'Aptien marno-calcaire (gîte G2), puis, calcaire, en profondeur (se prolongeant en *filon-couche* ou *gîte G1*, au-dessus, au toit des calcaires massifs) et le Miocène supposé. Le G1 et le filon-faille comportent une série de lentilles, particulièrement riches au contact des calcaires massifs, c'est-à-dire sur une centaine de mètres de hauteur, et se résolvant à une zone silico-calcaire imprégnée, de 0 à 12 m. de puissance et s'étendant sur 200 m. de longueur, mais avec des parties plus riches en aval des lentilles connues au-dessus. Le G2 comportait une zone minéralisée de 60 à 80 m. d'étendue sur 65 m. de hauteur et de 3 à 6 m. de puissance. Enfin, dans les marnes miocènes (?), à 80 m. environ vers le Sud, se trouvait la petite lentille plombo-cuprifère des Kabyles, reconnue jusqu'au niveau 60 et paraissant, comme le G2. se coincer en dessous.

b) à l'Est, d'un *filon-faille* N 15° W, subvertical (faille anticlinale) ; puissant au contact calcaire, il se serre et la minéralisation disparaît lorsqu'on arrive au contact mur. Il s'agit, là aussi, d'une série de grosses lentilles très riches à l'intersection avec les fractures principales ; et le remplissage (ouverture jusqu'à 15 m.) est formé d'éléments très divers (calcaires, mur, complexe transgressif de la paroi orientale).

L'ensemble des lentilles de ces deux filons, au nombre d'une dizaine, se présentait au contact des calcaires, en *colonnes*, généralement inclinées vers le Sud, de 20 à 400 m² de section minéralisée et comportant des passées de plusieurs mètres de puissance, en galène massive dans une caisse barytique de 7 à 12 m. de puissance (surtout à l'Est). Au Sud, la gangue devient calco-barytique.

Lorsqu'on a quitté les calcaires, ce n'est que dans le filon-faille sud qu'elles se sont poursuivies, mais avec une *colonne* importante vers l'Est à l'intersection du filon-faille est (*lentille 1-2*) et la minéralisation est devenue plus fine ; blende et pyrite ont fait leur apparition sous le niveau 152.

Toutes ces lentilles correspondent, certainement, à des vides de dissolution karstique.

Notons enfin, une venue d'eau chaude (42°), au fond, laquelle représente peut-être un résidu des venues hydrothermales.

Il semble bien en tout cas que la faille nourricière de tout l'ensemble soit la faille méridionale.

c) d'une dizaine de grosses *fractures*, bien ouvertes (5 à 8 m.), NW-SE, à pendage 70° NE, avec de nombreux filets satellites, minéralisées en baryte vers le bord de la lentille et en haut, calcite plus loin, et galène. Il y a parfois enrichissement, lorsqu'elles recoupent le banc marneux, au contact, et certaines deviennent stériles lorsqu'elles l'ont traversé, mais pas toutes.

d) de 2 *joints plats* (cassures géodées dans des joints de stratification), E-W, à pendage 20° S, bien ouverts et bien minéralisés en calcite, galène et césarolite ; ils traversent les fractures, sans rejet de l'une ou l'autre part, en général, et avec enrichissement à l'intersection. Il s'agit, peut-être, de fractures de glissement.

e) enfin, d'une *substitution dans les calcaires*, principalement de la zone comprise entre les cassures de la région W et les 2 cassures plates, mais qui existe aussi au voisinage des filons-failles. Il s'agit d'une dissémination de galène dans la masse, en grains de 1 à 10 mm., se groupant en nébuleuses NW (*runs* parallèles aux fractures). En épaisseur, ce gîte a été reconnu sur une trentaine de mètres.

Notons, encore, la présence de nombreuses *coupes* (fractures stériles), N-S et NNE-SSW, de quelques fractures N 65° W, minéralisées en limonite, parfois en galène, et, vers l'Ouest, de filonnets E-W, minéralisés en calcite et galène, à proximité du toit.

Au Nord du gîte, on a une faille E-W à faible rejet, au bord de la falaise, et qui est peut-être une fracture de glissement.

7. — SIDI NASSEUR : Filons-couches N-S, l'un au toit des calcaires (avec deux lentilles de 35 m. de profondeur et stockwerk au voisinage), l'autre au toit du banc gréseux du sommet de l'Aptien.

8. — KOUDIAT BEN JAOU : Gîtes de fractures E-W et NE-SW, minéralisées en baryte et galène, dans les marno-calcaires turoniens.

9. — KEF EL JEGAGA : Stockwerk de baryte et galène et substitution dans les marno-calcaires turoniens.

10. — DEMNET EL HALLOUF : Fracture WNW-ESE, dans les calcaires campaniens, à remplissage de calcite et hydrozincite, avec quelques mouches de cérusite.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en assez gros cristaux (de 1 à 10 mm. en général), atteignant exceptionnellement plusieurs centimètres d'arête : elle devient plus fine en profondeur, à Sidi Amor. Elle est argentifère (350 grammes à la tonne, en moyenne).

La BLENDE, en grains rougeâtres (1 mm.) et la PYRITE sont apparues en profondeur, mais restent encore accidentelles.

La BOURNONITE (= « BERTHONITE ») se présente en petits amas, à cristallisation très fine, très oxydés en MALACHITE et BLEINIÉRITE.

La CÉRUSITE et l'ANGLÉSITE étaient assez communes dans les parties moyennes du gîte de Sidi Amor (surtout au niveau 150), parfois en cristaux magnifiques, de la grosseur du poing. La PHOSGÉNITE s'est présentée, beaucoup plus rarement, en petits cristaux allongés.

La CÉSAROLITE est surtout abondante dans les *joints plats* de Sidi Amor, en petits amas mamelonnés, moulant les cristaux de calcite.

La LIMONITE du Slata est compacte, souvent fibreuse, formée de *gœthite* et *stilpnosidérite*.

La BARYTE est blanche, à très grosse maille (plus de 10 cm.), et disparaît vers 60 m. de profondeur ; la gangue devient alors, soit calcitique, soit quartzeuse et dolomitique.

Le QUARTZ (en petites baguettes bipyramidées de 1 mm.) et l'ANKÉRITE (en géodes de rhomboèdres) sont d'origine hydrothermale.

La NACRITE, en lamelles assez larges, constitue le remplissage d'un filon stérile à Sidi Amor.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le Djebel Slata a été le lieu de travaux antiques fort importants, en particulier à Sidi Amor (descenderie en spirale et énormes chambres d'exploitation, jusque vers le niveau 550, à une centaine de mètres au-dessous des affleurements).

I. — SIDI AMOR BEN SALEM

Des recherches furent ébauchées, de 1901 à 1904, par déblayage des anciens travaux, et un puits de 60 m., puis, de 1906 à 1908, par les galeries 0 (cote 636) et Ernest (cote 672) et trois allongements, cotes 608, 578 et 563, à partir du puits. Ces travaux ayant démontré un tonnage de 37.000 tonnes de minerais, la concession fut instituée en 1908, et une petite laverie fut installée.

Jusqu'en 1913, on se livra surtout à l'exploitation des zones riches, au-dessus du niveau 60 (cote 578) ; on fonça le puits de recherche Eugénie, et le puits d'extraction jusqu'au niveau 104 (cote 532), et le niveau 92 fut tracé. Une laverie gravimétrique fut montée en 1912.

A partir de 1913, l'exploitation devint plus méthodique, dans toutes les lentilles, et le puits fut foncé, avec traçages des niveaux 122, cote 515 (1914), 152, cote 485 (1924) et 182, cote 455 (1926). Entre temps, les niveaux supérieurs étaient poussés vers l'Ouest, et le puits de 25 m. foncé sur le gîte G2, exploité de 1919 à 1924, jusqu'au niveau 65. Les recherches furent également reprises en 1919, dans les fractures, en amont : niveaux 762, 752, 744 et 728 sur la fracture I ; niveau Ernest sur la fracture III ; niveau 644, sur les fractures IV, IV bis et V ; niveaux 644 et 687 sur la fracture V ; galeries Paul et Hélène dans la VIII ; galerie de contour 0.

En 1921, une importante centrale était montée, et la laverie complétée par des tables. De 1926 à 1929, le nouveau puits d'extraction (III) était foncé jusqu'au niveau 202, tracé en 1930, puis au niveau 222. Les travaux étant abandonnés en 1932, la mine fut noyée jusqu'au niveau 140. De 1934 à 1938, toute l'activité se porta en amont-pendage, sur la zone des fractures, explorée aux niveaux 636, 690, 720 et 746, simultanément en recherches, préparations et dépilages.

Un premier dénoyage était effectué en 38, et l'on commença la préparation du niveau 222 et l'exploitation du 202, mais la mine fut de nouveau abandonnée en 41. Depuis 1947, un second dénoyage est terminé et les travaux souterrains ont été repris : traçages du niveau 222 et exploitation au-dessus ; fonçage du puits de 22 m., avec sondages de reconnaissance.

En amont-pendage, les travaux ont été surtout développés jusqu'en 1949 : aux niveaux 636 (recoupes sur les fractures I à VIII et reconnaissance des *joints plats* dans la zone VII-VIII), 654 (V et VIII et *joint supérieur*), 666 (fractures I à VIII et *joints plats*, calcaires mouchetés à l'Ouest), 690 (I, III, IV et VI), 711 (III, IV, V et VI), 748 (I, III, IV et V) 769 (I et faille E-W), 773, 789 et 799 (I).

La production s'élevait, au 1er Janvier 1951, à plus de 160.000 tonnes de minerais marchands, représentant près de 103.000 tonnes de plomb-métal (sans compter l'exploitation antique). Il reste 115.000 tonnes de haldes à 2,5 % Pb et 65.000 tonnes à 5,7 % Pb, sur le carreau de la mine. Le tonnage à la vue, en métal, est, en 1950, de l'ordre de 2.000 tonnes de plomb.

II. — CHARREN

Les gîtes des Charren furent étudiés, de 1906 à 1914, par de nombreux travaux ; un quinzaine d'affleurements furent décapés par tranchées, et quelques-uns suivis en puits, descenderies et petites galeries (chantiers 6, 11, 14-15, 19-20, 26 et 27) ; mais les seuls travaux importants sont ceux du chantier 2 (descenderie de 65 m. et puits de 41 m., avec allongements dans les deux fractures).

La concession fut instituée en 1914, mais l'exploitation ne fut reprise qu'en 1918 ; on constata alors que la plupart des fractures se coinçaient en profondeur, et les travaux furent limités au gîte n° 2 : la descenderie fut poussée jusqu'au niveau hydrostatique, avec des galeries de recherches, cotes 534 et 522, et des traçages dans les trois filons, dont les parties riches furent dépilées. Un nouveau puits (4) fut foncé jusqu'au niveau hydrostatique et une petite laverie fut installée.

En 1927, les deux concessions voisines, Sidi Amor et Charren, étaient réunies. Mais la crise provoqua l'abandon des travaux en 1930. La production était de l'ordre de 1.500 tonnes seulement de minerais marchands.

III. — De petits travaux de recherches, assez intéressants, mais peu poussés, ont été effectués sporadiquement, entre 1906 et 1929, au Slata-Nord-Ouest (3 galeries, cotes 821 et 846 et un puits), au Slata-Nord (1 galerie, cote 622, et 5 puits-descenderies, avec une production de 300 tonnes de minerai), et à Sidi Nasseur (2 galeries, cotes 838 et 871, et divers puits, avec une production de 300 tonnes de minerai). Enfin, la mine de fer de Slata-Ouest a produit, de 1926 à 1940, 1.250 tonnes de minerais de fer plombeux (à 25 %).

La production totale des gîtes du massif s'élève donc à plus de 104.000 tonnes de plomb-métal.

IV. — KOUDIAT EL MHAL

Là aussi, existaient des travaux antiques ; reprises en 1901, les recherches se portèrent d'abord sur le Koudiat ben Jaou, aux chantiers Louis et Henri (tranchées et galeries, cotes 535 et 541), jusqu'en 1914, puis de 1920 à 1925 ; et sur le Kef el Jegaga, à partir de 1925, à ciel ouvert, entre les cotes 522 et 500. En 1928, le travers-bancs de recherches, Saint-Charles, était attaqué à la cote 519 et une laverie gravimétrique installée en 1930, mais la crise amena l'arrêt des travaux jusqu'en 1937 et la mine fut abandonnée à nouveau en 1939.

L'exploitation s'est exercée, de manière sporadique, sur les parties riches et n'a guère produit que 1.400 tonnes de cérusite et galène (soit 800 tonnes de plomb-métal).

TRAVAUX CONSULTÉS

BUTTGENBACH H. — *Les minéraux du massif de Slata*, Bull. Soc. Fr. Min., Paris, 1920, t. 43, pp. 24-67.

Note sur les minéraux de Sidi Amor ben Salem (Tunisie), C.R.A.F.A.S. Liège, 1924 (pub. Paris, 1928), p. 388.

Calembert L. — *Recherches sur le rôle des masses calcaires dans la tectonique de l'Atlas algéro-tunisien,* Bruxelles, 1941.
Contribution à l'étude des gîtes métallifères d'Algérie-Tunisie - Revue Univ. des Mines, 1941.

Fourmarier P. — *Observations géologiques aux Djebels Slata et Hameïma* - Ann. Soc. Géol. Belg., Liège, 1922-1923, t. 45, pp. M. 3-32.

Solignac M. — *Sur quelques formes relatives aux macles m et g2, dans des cristaux de cérusite de Tunisie,* Bull. Soc. Fr. Min., Paris, 1930, t. 53, pp. 538-556.

DJEBEL BOU JABER

(Planche 44)
(Planche-photos V-6)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel bou Jaber est un petit chaînon, de 5 à 6 km. de longueur, qui émerge du plateau des Bou Rhanem ; il est coupé en deux parties par un col principal, où passe la frontière algéro-tunisienne. On accède aux installations de la mine, situées sur le flanc septentrional, par une bonne piste de 8 km., à partir de la station de Kalaat es Senam (Tunis à 253 km.).

Ce chaînon est formé d'une série de crêtes calcaires, assez escarpées, dont le point culminant se trouve vers 1.000 m. d'altitude, à 300 m., environ, au-dessus de la plaine ; les gîtes tunisiens sont très éparpillés, sur les deux flancs, le long de ces diverses crêtes, sur une distance de 2 km., et affleurent entre les cotes 720, à l'Est, et 900, à l'Ouest.

La pluviométrie est assez faible, de l'ordre de 450 mm. par an, et la mine est alimentée en eau par le captage de l'Aïn Oudeï el Ma, à 6 km. (1 litre-seconde). Le niveau hydrostatique actuel a été rencontré dans la zone des travaux, à la cote 703 (au centre) et à la cote 686 (à l'Est).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

La région-frontière présente cet autre petit massif aptien en direction tectonique du Slata, à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest.

Le Bou Jaber est constitué par une écaille, d'allure anticlinale très aigüe, perçant au travers des marnes cénomaniennes, avec lame triasique sur le flanc nord.

Le Trias, formé d'une brèche gréso-dolomitique (avec blocs de grès à oligiste), n'est visible que dans les travaux, au Nord du col.

L'Aptien comprend :

a) Alternances de marnes et de calcaires, dans l'axe anticlinal

b) Barre de calcaires gris subcristallins..... 100 m.
C'est la série-magasin des gîtes principaux.

c) Alternances de marnes à Orbitolines et bancs de calcaires dolomitiques, d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, formant, au Nord de la montagne, deux crêtes.

Le Cénomanien paraît arriver directement sur l'Aptien, soit en transgression, soit par suppression de l'Albien par les failles longitudinales. C'est une série marneuse très épaisse, à microfaune du Cénomanien moyen à supérieur : *Globigerinella*, *Globotruncana apennica* Renz et *Rotalipora globotruncanoïdes* Sigal.

Le Turonien n'affleure qu'au Sud du Bou Jaber, dans le petit chaînon de l'Henchir es Siouf : marnes avec bancs calcaires.

Le recouvrement est très étendu dans toute la plaine qui entoure le Djebel bou Jaber : éluvions et croûtes calcaires, éboulis sur les flancs.

TECTONIQUE

L'anticlinal présente une allure très aigüe d'écaille tectonique ayant percé en milieu marneux ; cette hypothèse est corroborée par la présence des deux grandes failles légèrement obliques, qui le cernent au Nord et au Sud ; à l'Est, l'Aptien est au contact des marnes emschériennes qui entourent le synclinal perché de Kalaat es Senam.

La faille nord paraît être en relation avec une lame triasique, qui est presqu'entièrement cachée sous le recouvrement : elle a été supposée en direction WSW-ENE, à pendage 70° N dans les travaux, c'est-à-dire que le Trias est légèrement déversé sur l'Aptien ; elle est donc légèrement oblique sur la direction des couches, qui est E 10° N, ainsi d'ailleurs que la faille sud, parallèle, et bien jalonnée, elle, par les travaux miniers.

Les quatre crêtes calcaires, soulignées dans la topographie, se bloquent donc successivement contre ces deux failles.

On a figuré sur la carte la faille du col, qui paraît être une fracture de glissement importante, NNE-SSW, (près de 300 m. de rejet), dans le prolongement de la faille nord ; il est plus probable que cette dernière a été rejetée vers le Sud par la faille du col, et qu'elle court sur le flanc nord du Bou Jaber algérien, mais elle serait alors cachée sous le recouvrement.

Les failles transversales, NW-SE, sont surtout apparentes vers la terminaison orientale du chaînon (faille du puits 4, et, surtout, la faille terminale qui fait disparaître l'Aptien et qui doit avoir un rejet important, mais qui n'est pas visible).

Signalons, enfin, les petites fractures longitudinales, à pendage moyen 25° S, nombreuses au toit des calcaires de la crête nord (quartier Sainte-Barbe), et les petites fractures transversales méridiennes des calcaires de la crête méridionale (quartier sud).

GISEMENTS ET MINERALISATION

Tous les gîtes du Bou Jaber, très dispersés, sont liés aux divers niveaux calcaires, et il est commode de les décrire d'après leur position dans la série. On a donc, du Nord au Sud et d'Ouest en Est :

I. — BANC DU TOIT de la barre principale nord — Substitution, en *colonnes*, de baryte, limonite et galène, reconnue en affleurement vers la cote 780, et retrouvée aux niveaux 755 et 717 (sur 35 m.). Ce gîte est à l'Est de la faille du col ; à l'Ouest, les bancs du toit ne présentent que quelques indices plombeux, au-dessus du village, et à l'extrêmité orientale (Serpent).

II. — CRÊTE NORD-ALGÉRIENNE (à l'Ouest de la faille du col) — Filon-faille longitudinal, visible au contact toit de la barre calcaire en affleurement (cote 795), mais à pendage sud, retrouvé en plein calcaire au niveau 755 (zone brouillée ferro-calaminaire et barytique).

III. — CRÊTE NORD-TUNISIENNE (à l'Est de la faille du col)

1. *Colonnes des Mixtes* (Figuier-Espérance-Deboisset) — Série de *colonnes* plombo-calaminaires, à pitch NW ou N, dans une zone longitudinale minéralisée en calcite ; reconnues des affleurements, cote 815, jusqu'au niveau hydrostatique, cote 703, elles présentent certains renflements, atteignant des sections de plusieurs centaines de mètres carrés.

2. *Mur des calcaires* — Substitution plombo-ferro-calaminaire dans une zone située près du mur, reconnue sur 130 m. de hauteur.

3. *Gîtes Saint-Jean et Saint-Antoine* — Réseau de cassures plates longitudinales, à pendage moyen 25° S, au voisinage du toit des calcaires, et à remplissage de calcite et galène, de 1 à 25 cm. de puissance réduite ; cette zone, jalonnée par des travaux antiques, tout le long du flanc nord, a été surtout étudiée et exploitée dans la région ouest, sur 600 m., aux niveaux 850, 835, 811 et 764. Ces fractures semblent se coincer rapidement en profondeur.

4. *Gîtes Est* — Le toit de la crête nord comporte, à proximité de la faille sud, une zone fluo-barytique à galène, avec une petite *colonne*, d'une section de 20 m2, exploitée jusqu'au niveau 719.

Le gîte principal est se développe dans la faille sud, au contact des calcaires, avec des affleurement barytiques atteignant 25 m. de puissance, suivis sur plusieurs centaines de mètres; ce gisement, très spectaculaire, semble se coincer en profondeur, où l'on n'a plus que quelques petites poches calaminaires de 50 cm. de puissance moyenne, au contact sud ; et, à une dizaine de mètres de ce contact, dans la baryte, cinq petites colonnes de galène, verticales, reconnues jusqu'au niveau hydrostatique, soit sur une cinquantaine de mètres de hauteur (*Tounas*). Le 7me niveau, cote 674, à une douzaine de mètres sous le niveau hydrostatique, a buté contre la faille transversale, à 13 m. à l'Est du puits 4, et a été noyé par une importante venue d'eau chaude. On aurait trouvé dans cette zone, une minéralisation de 60 cm. de puissance, en baryte, galène et blende.

IV. — BANCS CALCAIRES DE LA ZONE AXIALE — Les alternances comportent un banc de calcaire siliceux, substitué en baryte et galène, au voisinage de la faille du col ; la minéralisation semble postérieure à cette faille, car elle est en prolongement du filon-faille de la crête nord-algérienne. Plus à l'Est, le même banc présente deux petites zones, minéralisées en calcite et galène.

V. — CRÊTE SUD-TUNISIENNE

1. *Gîte du Col* — Sur le passage de la faille, se trouve un vaste chapeau de fer (400 m2 de section à 5-6 % Pb), se serrant rapidement en profondeur.

2. *Gîtes du Centre* — Zone longitudinale, à proximité du mur des calcaires, minéralisée en calcite, avec deux belles *colonnes*, à pendage est : la *lentille de l'attaque Fer*, bien développée au niveau 784 (section de 300 m2 à 15 % Pb), et paraissant se coincer au-dessus (20 m2 à 7 % Pb, en affleurement, cote 826), et en dessous, aux niveaux 755 et 717.

La *lentille centrale*, avec 3 apophyses, semble se coincer également vers le niveau hydrostatique (diminution des sections minéralisées et de la teneur).

Au contact toit des calcaires, une autre zone calciteuse comporte la *colonne Sophie* qui, au niveau 785, s'enfonce dans les calcaires (4 m. de cérusite à 12 % Pb).

3. *Gîtes sud.* — Fractures Nord-Sud à calcite et galène, au voisinage du toit des calcaires.

En résumé, le Bou Jaber comporte essentiellement des gîtes de substitution, en *colonnes* dans les calcaires, avec remplissage de vides, en calcite, baryte, fluorine, limonite, blende et galène, et des petits filons longitudinaux et transversaux. Ces zones de substitution paraissent se développer largement à proximité des contacts, au voisinage des deux grandes failles obliques : là, les calcaires compacts sont eux-mêmes envahis par les cristaux de galène.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE, à très grosse maille (alquifoux), se présente soit en amas dans les *colonnes* de substitution, soit en filets dans les filons, soit en cubes isolés dans les calcaires. Elle est généralement peu oxydée et très argentifère (de 300 à 600 grammes à la tonne).

La BLENDE, mielleuse ou brune, à larges facettes, n'a guère été rencontrée que sous le niveau hydrostatique.

La CÉRUSITE, noire, caverneuse, était surtout abondante dans la lentille Sophie.

La SMITHSONITE, très polymorphe, rubannée, feuilletée ou compacte, est assez riche (de 28 à 50 % Zn).

La CALAMINE et l'HYDROZINCITE lui sont parfois associées, principalement dans le gîte Espérance.

La gangue est généralement de CALCITE ou de BARYTE blanche, à très grosse maille, et de LIMONITE brunâtre, parfois de FLUORINE blanche (Gîtes est).

La succession est la suivante :

Calcite
Galène
Blende (très oxydée en smithsonite)
Baryte
Fluorine
Calcite secondaire

Le Bou Jaber est un gîte assez spécial, à paragénèse fer, zinc et plomb en substitution dans les calcaires aptiens : il présenterait de grandes analogies avec les gîtes du Slata, mais ceux-ci ne comportent encore que très peu de zinc et pas de fluorine.

On n'a pas de raison de considérer ce gîte comme antérieur à la généralité des gisements nord-tunisiens. Nous avons indiqué qu'une zone minéralisée traversait la faille transversale du col, ce qui indiquerait là aussi que les venues thermominérales sont postérieures à la dernière orogénèse violente.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

De nombreux travaux antiques jalonnaient tous les affleurements du Bou Jaber, et des amas de scories ont été retrouvés dans la plaine, de part et d'autre de la frontière ; de 1893 à 97, ces attaques, au nombre d'une cinquantaine en Tunisie, ont été déblayées et décapées.

La concession fut instituée en 1897, et les travaux se concentrèrent sur le gîte est (grande Tranchée et galerie du 5^{me} niveau, cote 719) et, surtout, au quartier des mixtes (puits du Figuier et puits Espérance) ; un four de calcination avait été installé en 1897, et l'exploitation se développa dans ces deux *colonnes*, jusqu'en 1914, par les galeries Espérance (cote 785), Four (cote 766) et le travers-bancs de la Plaine (717). De 1906 à 1912, les recherches s'étendirent au quartier Saint-Antoine, et surtout au chantier Est (puits IV avec niveaux 697 et 667). En 1910, on installa une laverie gravimétrique et une usine à blanc de zinc, dont les essais furent décevants.

A partir de 1912, les travaux principaux s'étendaient au quartier du plomb, où les diverses lentilles furent exploitées à ciel ouvert et par 5 niveaux, cotes 830, 809, 785, 762 et 717, jusqu'en 1929. Entre temps, des recherches étaient faites, sur le gîte du col (1922), exploité à ciel ouvert et étudié par le travers-bancs International ; sur l'aval-pendage des gîtes du Centre (par 3 puits, pris dans le travers-bancs de la Plaine, et le niveau 689 (1922-1928) ; dans le quartier Sud, par 3 petites galeries (1923) ; dans les chantiers Est, avec dépilage des petites *colonnes* calaminaires et des Tounas, jusqu'au niveau hydrostatique, par les niveaux 5 et 6 (1925-1929). L'exploitation fut arrêtée par la crise, en 1929, mais les recherches poursuivies dans tous les quartiers jusqu'en 1931.

La mine fut reprise en 1948, et, depuis, une petite production est assurée par glanages dans les anciens chantiers. Les recherches sont poussées vers les gîtes du

col, à partir du travers-bancs de la plaine. A ce niveau, ont été recoupées, en 1950, trois zones, minéralisées en galène, sur une distance totale de 35 mètres.

La production totale, au 1er Janvier 1951, s'élève à près de 40.000 tonnes de galène et 18.600 tonnes de calamine (soit, en métal, 23.500 tonnes de plomb et 7.000 tonnes de zinc).

Il reste, sur le carreau de la mine, 160.000 tonnes, environ, de haldes à 2 % Pb.

CHAPITRE V

ATLAS TUNISIEN

Anticlinorium Zaghouan-Kessera

Cette unité est très bien marquée géographiquement, dans sa moitié nord-orientale : elle correspond, en effet, à la *Dorsale tunisienne*, caractérisée par des écailles jurassiques. Vers le Sud-Ouest, cette chaîne semble s'éparpiller en plusieurs chaînons.

Les lignes tectoniques et métallogéniques suivent à peu près cette allure ; et l'on a, d'abord, l'alignement *Bou Kornine-Ressas-Zaghouan-Djebilet el Kohol-Serdj*, qui se subdivise, à la hauteur de Maktar, d'une part, avec *Sekarna*, *Azered* et *Hamra*, d'autre part et à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est, *Sidi Mabrouk*, *Aïn Khamouda*, *Kef Chambi*.

Ce sont des types de gisements divers, mais caractérisés par une minéralisation, soit essentiellement plombeuse, soit essentiellement zincifère. On n'a guère de paragénèse plomb et zinc associés, qu'au Petit Ressas.

Cette zone s'étend sur une largeur de 20 à 40 km. et 250 km. de longueur, entre le golfe de Tunis et la frontière. L'alignement des gîtes est subparallèle aux précédents et à une cinquantaine de kilomètres de distance, vers le Sud-Est, de l'alignement méridional de la zone des dômes. Entre les deux alignements existe une bande stérile très continue, qui représente une zone calme de l'Atlas tunisien.

DJEBEL BOU KORNINE

(Planche 45)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce petit massif et le plus septentrional de la dorsale tunisienne. Il se dresse au-dessus d'Hammam Lif, au Sud du golfe de Tunis.

On accède aux gisements par des sentiers muletiers, à partir d'une piste forestière de 2 km., donnant sur la route N° 1, à 17 km. de Tunis.

Le relief est escarpé : le point culminant se trouve à la cote 576 et les divers gîtes s'étagent entre les cotes 200 et 500, le long des falaises rocheuses.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 450 mm. par an, environ ; le niveau hydrostatique est situé vers la cote 50 : tous les travaux miniers sont secs.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebel bou Kornine est le premier massif de l'anticlinorium, à une dizaine de kilomètres au Nord du Ressas. Sa structure est très complexe : il s'agit de lames de calcaire liasique ayant percé leur couverture marno-calcaire jurassique et crétacée.

Le LIAS MOYEN est formé de calcaires cristallins massifs à lits de silex, avec, à la partie supérieure : *Seguenziceras* cf. *meneghinianum* HAAS et *Belemnites* aff. *acutus* MILLER.

Ces assises, qui forment l'ossature de la montagne, constituent la série-magasin des gîtes principaux.

Le LIAS SUPÉRIEUR comprend des alternances de marnes vertes et de marno-calcaires gris-vert, avec *Hildoceras sublevisoni* FUCINI du Toarcien, à la base.

Au-dessus, un important horizon de brèches stratigraphiques court sur tout le flanc oriental de la montagne. Il représenterait l'Aalénien et peut-être le Bajocien.

Puis, viennent les alternances de marnes vertes et de calcaires gréseux et grès fins du CALLOVO-OXFORDIEN, avec *Hibolites hastatus* DE BLAINVILLE et *Rhynchonella* aff. *trigona.*

Le TITHONIQUE comporte des alternances de marnes et de calcaires bréchiformes gris.

Le NÉOCOMIEN est formé de marnes schisteuses olive, alternant avec des marno-calcaires.

Le MAESTRICHTIEN de l'Oued Djebeline comprend des alternances de calcaires durs en gros bancs et de marnes grises à *Rispolia subtrigonata* CATULLO et *Gaudryceras* aff. *mite* v. HAUER.

L'EOCÈNE est représenté par les calcaires noirâtres bien lités, à Globigérines et Térébratulines, du Djebel er Rorouf.

TECTONIQUE

Le massif du Bou Kornine est limité, de part et d'autre, par deux failles directionnelles importantes.

A l'Ouest, c'est le prolongement septentrional de la grande faille du Djebel Ressas, qui fait buter le Lutétio-Maestrichtien du Djebel er Rorouf et de l'Oued Djebeline contre le Néocomien du massif.

A l'Est, le Jurassique supérieur, puis le Lias viennent au contact du Crétacé inférieur et moyen, par une faille au voisinage de laquelle sont situés les gîtes principaux du Bou Kornine.

Ces accidents, de direction méridienne, associés à des failles transversales E-W, limitent les écailles de calcaire liasique, déchiquetées, elles-mêmes, de fractures subparallèles et de fissures de glissement NW-SE.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le Djebel bou Kornine comporte essentiellement des gîtes de substitution avec remplissage de cavités, localisés au voisinage des contacts anormaux des écailles calcaires.

I. — Le GITE PRINCIPAL, à l'Est du signal, comprend une bande minéralisée, de 800 m. de longueur sur 2 à 300 m. de largeur, d'allure générale NW-SE, à pendage SW, dans les calcaires liasiques, au voisinage de la grande faille orientale. Cette zone comprend surtout de petites lentilles calaminaires de remplissage de vides et des filets, soit au contact, soit dans des fractures méridiennes.

La minéralisation, surtout zincifère et très oxydée (smithsonite et calamine, avec rognons et mouches de galène), paraît superficielle et très irrégulièrement disséminée, avec de larges intercalations stériles : c'est ainsi que la lentille la plus importante (fouille 9) ne s'enfonçait qu'à une vingtaine de mètres.

II. — Il en est de même pour le GITE DU MORNAG, au SW du signal, zone de broyage au contact, avec remplissage argilo-ferrugineux et trois régions calaminaires, de quelques centaines de mètres carrés de section, suivies seulement sur une vingtaine de mètres de hauteur.

Dans les deux cas, les recherches en aval sont restées infructueuses.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La BLENDE a été rencontrée au contact de la faille orientale, en larges cristaux jaunâtres ou brunâtres.

La GALÈNE, à larges facettes, existe en rognons ou en cristaux, dans les calamines, ou en mouches de substitution dans les calcaires.

La SMITHSONITE et la CALAMINE, en blocs concrétionnés, rubannés, rougeâtres ou grisâtres (à 40 % Zn), forment la quasi-totalité du minerai.

La CÉRUSITE, noirâtre, à résidus de galène, et la PYROMORPHITE verte sont accidentelles.

La gangue est surtout argilo-ferrugineuse, calcaire ou calciteuse, quelquefois barytique.

La paragénèse est ici à prédominance de zinc et la galène est antérieure à la blende (presque complètement oxydée).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le Djebel bou Kornine présentait des travaux antiques nombreux, mais superficiels. A l'époque moderne, les recherches débutèrent en 1883-1885, par une série

de galeries à l'Est (galeries Grand, Victorine, Cambon et inférieure) et à l'Ouest du sommet (galerie Ouest).

A partir de 1889, la prospection devint plus sérieuse avec une trentaine de fouilles et l'exploitation à ciel ouvert se concentra bientôt dans la zone Est : fouilles 6 (cote 392) et 9 (cote 362), 10 et 46 (excavation et galerie) et dans la zone Sud-Ouest (fouilles du Mornag : cotes 158, 180 et 256), avec une production de 4.500 tonnes de calamine crue, de 1895 à 1902.

Un four de calcination fut alors installé, alimenté par un plan incliné, et un permis d'exploitation accordé.

Jusqu'en 1914, on procèda à des glanages dans les fouilles 2, 9 et 10 et à la poursuite de nouveaux chantiers, principalement au Pic (ciel ouvert) et au Mornag (3 fouilles avec descenderie).

En 1913, le travers-bancs n° 5 fut attaqué à la cote 340, pour étudier l'aval-pendage de la fouille 9 (cote 362).

La mine était abandonnée, de 1914 à 1924, et les permis d'exploitation retransformés en permis de recherches en 1920.

De 1925 à 1930, après quelques glanages dans les fouilles 6, 9 et 10, et Caroubier et l'achèvement des travers-bancs n° 5 et des Anglais (cote 444) jusqu'à l'aplomb des fouilles du Pic et 9, sans résultat, les travaux se concentrèrent dans le quartier Mornag, avec le travers-bancs 205 et le niveau 228, à partir d'une descenderie, depuis la fouille, cote 255. Les résultats ne furent pas encourageants, et la mine fut de nouveau abandonnée en 1930.

La production totale s'élevait alors, à plus de 6.000 tonnes de calamines diverses, 80 tonnes de blende et 150 tonnes de galène et cérusite, soit, en métal, 2.200 tonnes de zinc et une centaine de tonnes de plomb.

TRAVAUX CONSULTÉS

G. CASTANY : *Notes inédites* (1951).

DJEBEL RESSAS

(Planche 46)
(Planche-photos VI-6)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Ressas est l'un des derniers éléments de la Dorsale tunisienne, vers la mer, entre le Zaghouan et le Bou Kornine. Il se trouve à une trentaine de kilomètres au Sud-Est de Tunis, et l'on accède aux installations de la mine, situées vers la base occidentale de la montagne, par une piste de quelques kilomètres, qui débouche sur la route N° 35, de Bou Ficha à Tunis.

Le massif, très abrupt, est divisé en deux parties par un col, cote 477 : le Petit Ressas, au Nord, plateau de 500 m. d'altitude moyenne, et le Grand Ressas, au Sud, qui culmine à la cote 795 ; tous deux sont limités par des escarpements rocheux de 200 à 300 m. de hauteur et dominent la plaine du Mornag, qui s'étend tout autour vers la cote 150. Les gisements sont très éparpillés sur tout le flanc occidental, entre les cotes 300 et 750.

La pluviométrie est assez faible, de l'ordre de 450 mm. par an, et les oueds, qui se trouvent de part et d'autre de la montagne, sont généralement à sec, les sources, qui les alimentent, étant à faible débit. Le niveau hydrostatique, assez irrégulier (régime karstique), s'est établi au Petit Ressas vers la cote 220, et le village minier est alimenté par l'exhaure du quartier Simone ; au Grand Ressas, une petite source a été captée vers la cote 540.

La laverie est alimentée par une conduite de 3 km.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Cette zone nord-orientale de la Dorsale tunisienne est caractérisée par l'alignement de massifs jurassiques, dont les principaux sont, du Nord-Est au Sud-Ouest, le Bou Kornine, le Ressas, le Zaghouan et le Fkirine. Ces massifs très complexes sont cernés de failles, la principale sur le flanc oriental de la Dorsale étant visible depuis le Bargou jusqu'au golfe de Tunis.

Le Djebel Ressas est une écaille jurassique, peut-être d'origine stratigraphique, ayant percé au travers de la couverture crétacée, avec giclées triasiques en bordure de la masse calcaire.

Le TRIAS, formé essentiellement de la brèche gypseuse bariolée, à blocs de phyllites, cargneules, calcaires dolomitiques et argiles, présente, cependant, par endroits, une allure stratifiée, indiquant peut-être qu'il se trouverait en position normale à faible profondeur. En tout cas, il est nettement extrusif en affleurement, chevauchant même les formations crétacées.

Le LIAS et le BAJOCIEN constitueraient une bande de terrains, très laminée, le long de grandes failles longitudinales :

— Alternances de marnes et marno-calcaires à *Spiriferina rostrata* SCHLOTH.
— Calcaires noirs, subcristallins, à rognons de silex, à *Sphaeroceras Brongniarti* SOW.

Le TITHONIQUE forme la majeure partie du massif : calcaires gris subrécifaux, politiques ou sublithographiques, à *Heterodiceras Luci* DEFR.

Le flanc Sud-Ouest du Grand Ressas comporte également des calcaires dolomitiques bruns, lités.

Le NÉOCOMIEN cerne probablement le massif de toutes parts ; il est formé de marnes et marno-calcaires noirs.

Le recouvrement est très important sur les flancs du massif (énormes cônes d'éboulis), et dans la plaine (croûtes calcaires).

TECTONIQUE

J. MORER, qui a étudié cette structure en détail, admet que les lentilles, constituant le Petit et le Grand Ressas, seraient d'anciens récifs en milieu marneux, qui ont réagi tectoniquement, de façon particulière.

On peut se demander si, dans cette région de la Dorsale, visiblement aussi disloquée, et qui représente certainement une zone faible de l'écorce, prise et reprise successivement dans toutes les phases orogéniques, cette théorie est indispensable pour expliquer l'allure de ce massif, très complexe certes, mais peu différente de nombreux massifs tunisiens, où le caractère zoogène des calcaires est beaucoup moins marqué.

Quoiqu'il en soit, le Trias extrusif marque une faille en boutonnière se raccordant à la grande faille longitudinale du Zaghouan, sur le flanc oriental, et une importante faille transversale NW-SE, au col séparant les deux Ressas.

Les fractures de glissement méridiennes sont surtout apparentes au Grand Ressas, dans les divers quartiers.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes sont éparpillés dans les calcaires tithoniques du massif, sur une distance dépassant 2 km., les principaux se trouvant sur le flanc occidental. Ils se présentent en *colonnes* à blende et galène, avec une zone d'oxydation importante, et sont en relation, soit avec la faille longitudinale de la bordure ouest, à Trias extrusif (Petit Ressas), soit avec les fractures de glissement méridiennes, associées à des failles transversales.

En allant du Nord au Sud, on a les gîtes suivants :

I. — PETIT RESSAS

Le GITE SIMONE est un amas lenticulaire, dirigé NE-SW, parallèlement au contact triasique, mais séparé de ce contact par une petite épaisseur de calcaires qui diminue en profondeur (de 10 m. au niveau 257 à 1 m. au niveau 207) ; le pitch de la lentille est à peu près SW, et, vers sa base, les pendages toit et mur sont respectivement de 45 et 30° : la zone exploitable se coince donc vers la cote 200 et la section minéralisée passe de 3.000 m^2 environ à la cote 234, à 550 m^2 à la cote 207 ; en amont, l'amas exploitable diminuait également de section jusqu'aux affleurements, cote 370 ; la longueur maxima du grand axe de la lentille est de 180 m., et sa hauteur maxima, de 165 m. environ; la puissance est très variable (18 m. à la cote 275). La zone oxydée descend jusque vers la cote 250, les sulfurés apparaissent dès la cote 300. Deux autres affleurements existent encore au Petit Ressas, l'un au Nord, près du contact, l'autre au sommet de la falaise, à l'aplomb du gîte Simone.

II. — GRAND RESSAS

1. — CHANTIER JEAN : deux fractures, N-S, à pendage 40° E (1 m. de puissance moyenne) et E-W, à pendage 30° S (60 cm. de puissance), à remplissage plombo-calaminaire.

2. — QUATRIÈME COLONNE ET BOU AMENA : Petits amas calaminaires superficiels.

3. — CAU : Fracture N-S, à pendage 45° E, et remplissage plombo-calaminaire, reconnue sur 80 m. de longueur, et une trentaine de mètres de hauteur.

4. — QUARTIER SAINTE-BARBE-OCTAVE : Amas calaminaire irrégulier, d'axe NNE-SSW, connu sur 180 m. d'allongement maximum et 70 m. de hauteur.

5. — QUARTIER MAX LYON-PENARROYA : Amas N-S, subvertical, qui n'est connu que dans sa partie supérieure, plombo-calaminaire, entre les cotes 612 et 600, et sa partie inférieure (dite *Penarroya*), entre les cotes 533 et 480, sur une centaine de mètres d'allongement.

6. — CINQUIÈME COLONNE : Amas N-S, à pitch 80° NW, connu sur 220 m. d'allongement maximum suivant le grand axe, et 110 m. suivant le petit axe, avec une hauteur de près de 200 m., entre les cotes 670 et 485. Cette lentille, la plus importante du Ressas, semble se diviser, au-dessous du niveau 520, en quatre lentilles coniques, à pointes vers le bas.

Elle était presque entièrement oxydée (calamine, smithsonite, hydrozincite, galène et cérusite), mais des minerais sulfurés existent au mur et dans la zone comprise entre la 5me et la 6me colonne (blende et galène).

7. — SIXIÈME COLONNE : Amas N-S, de forme biscornue, à pitch NW, connu sur 120 m. de hauteur, très oxydé également, mais avec une zone sulfurée importante au mur de la *colonne,* entre les niveaux 600 et 499.

8. — GITE CAMBEFORT : Petit amas voisin, mais plus pauvre, ENE-WSW, à pitch NW, et connu sur 55 m. de hauteur.

En résumé, le Djebel Ressas présente essentiellement une série de gîtes d'imprégnation dans des zones déchiquetées, bréchiques ou simplement fissurées, avec remplissage de vides de dissolution karstique, dans les calcaires massifs.

Cinq *colonnes* principales sont actuellement connues (Simone, Sainte-Barbe, Octave, Penarroya, Cinquième et Sixième colonnes).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est généralement fine (5 à 30 microns) dans les zones sulfurées, assez grosse dans les zones oxydées. Elle n'est pas argentifère.

La BLENDE (Schalenblende) est aussi très fine, sauf dans les géodes, où elle apparaît en jolis cristaux jaune-miel.

La PYRITE est rare, en cristaux brisés, de première formation.

Dans le gîte Simone, les minerais sulfurés se présentent sous deux formes : au centre de la colonne, associés à de la calcite noire, ils forment le ciment d'une brèche, dont les éléments (de 5 à 30 cm. d'envergure) sont constitués, soit par des calcaires, veinés de calcite secondaire, dont la recristallisation semble antérieure à la formation de la brèche, soit uniquement par de la calcite secondaire (le calcaire ayant été entièrement dissous et recristallisé, toujours avant la bréchification), les éléments de la brèche sont souvent fissurés, et le ciment minéralisé s'insinue dans ces fissures, simulant une seconde brèche dans la première. Sur les bords de la colonne, la minéralisation se trouve dans les fissures du calcaire déchiqueté.

Il semble bien que la formation de calcite blanche à gros grains soit antérieure à la minéralisation, qui serait contemporaine de la formation de la brèche.

On peut imaginer une fracture, s'ouvrant peu à peu sur plus d'une dizaine de mètres, et se remplissant des éboulis des épontes, avec cimentation finale par la venue hydrothermale.

C'est un magnifique type des *failles vivantes* d'E. RAGUIN.

La CÉRUSITE est noire, très fine, comportant toujours des résidus de galène : on l'a parfois rencontrée en magnifiques cristaux, avec des macles remarquables, et associée à la LEADHILLITE [28].

La SMITHSONITE est polymorphe, compacte, concrétionnée ou feuilletée, plus ou moins riche (25 à 30 %). Elle est très souvent accompagnée de CALAMINE, en sphérolites, et d'HYDROZINCITE, en masses, en stalactites et en fines aiguilles dans les géodes.

La gangue est généralement calcitique ; au gîte Simone, on a une calcite blanche à gros grains et une calcite postérieure noire, très fine, qui accompagne blende et galène.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le Djebel Ressas a été l'objet d'importants travaux romains et arabes : on a retrouvé au Grand Ressas (en particulier, dans le gîte de la cinquième colonne) de grandes chambres d'exploitation et des quantités de scories dans la plaine du Mornag. Les travaux furent repris dans la deuxième moitié du XIX^{me} siècle, et une première concession fut accordée en 1869 : de 1876 à 1880, furent installées une laverie et une fonderie, où passèrent, essentiellement, une douzaine de milliers de tonnes de scories anciennes à 20 % Pb.

On reprit les anciens travaux, et les galeries, cotes 600, 460 et 336, furent tracées, mais ce n'est qu'à partir de 1895, que se développèrent vraiment les travaux d'exploitation de la cinquième colonne et les recherches sur les autres gîtes, découverts de 1901 à 1905, puis exploités, avec des vicissitudes diverses, jusqu'en 1930.

La CINQUIÈME COLONNE fut exploitée, à ciel ouvert, par 14 gradins, entre les cotes 644 et 515, et souterrainement, par 7 chantiers, entre les niveaux 515 et 425 : 900.000 tonnes de tout venant furent extraites de 1901 à 1928.

SAINTE-BARBE-OCTAVE, découvert en 1901, fut mis en exploitation à partir de 1905, par les niveaux 600, 613, 635, 645 et 658, et deux carrières, cotes 612 et 678. La production y était de 185.000 tonnes de tout-venant.

BOU AMEMA, découvert en 1901, produisit, de 1903 à 1908, 6.500 tonnes de tout-venant, par deux carrières, cotes 717 et 726, 3 puits et le niveau 682.

CAU, découvert en 1901, produisit 4.500 tonnes entre 1901 et 1910, et en 1916-17, par les niveaux 650, 635 et 613.

JEAN, découvert en 1902, fut étudié, de 1906 à 1909, par une descenderie, cote 498, et deux travers-bancs.

SIMONE, découvert en 1902, fut exploité par les niveaux 380, 364, 347 (en partie à ciel ouvert), 324, 288 et 257 (production : 110.000 tonnes d'oxydés).

La SIXIÈME COLONNE, découverte en 1904, produisit 160.000 tonnes à ciel ouvert et aux niveaux 625, 600, 579, 570, 558, 538 et 518.

La QUATRIÈME COLONNE, connue, depuis longtemps, en affleurements, produisit, à ciel ouvert, (cotes 550 et 530), de 1905 à 1908, 1.300 tonnes de tout-venant.

CAMBEFORT ne fut exploité qu'à partir de 1911, aux niveaux 553, 538, 518 et 498, avec une production de 8.200 tonnes.

MAX LYON produisit, à ciel ouvert (cotes 612 et 600), 8.200 tonnes d'oxydés, entre 1903 et 1908 ; ce gîte passerait, en profondeur, à la *colonne* PENARROYA, qui ne fut découverte qu'en 1928, peu avant l'arrêt de la mine.

A la reprise des travaux, en 1937, un atelier de flottation était installé, et l'on passait à l'exploitation de *Penarroya*, entre les niveaux 540 et 482, épaulée par *Sainte-Barbe-Octave* ; et à la reconnaissance de *Simone* en 41-42, par les recoupes, cotes 244 et 234, et sondages.

Depuis 1947, l'exploitation est concentrée sur la zone sulfurée de *Simone*, entre les niveaux 257 et 207 ; à ce dernier niveau, un puits de 25 m. et des sondages ont démontré l'inexploitabilité du gîte en dessous. Les recherches se sont cantonnées sur les zones sulfurées au voisinage de la *Sixième colonne*, par recoupes au niveau 580 et sondages.

Au 1er Janvier 1951, les réserves en minerais sulfurés sont évaluées à 230.000 tonnes de tout-venant à 4 % Zn et 3,5 % Pb, au *quartier Simone* et 52.000 tonnes tout-venant dans la *colonne Penarroya*.

Il resterait, en outre, près d'une centaine de milliers de tonnes de tout-venant, en oxydés, dans l'ensemble des gîtes.

La production, au 1er Janvier 1951, s'élevait à 116.000 tonnes de minerais de plomb, 153.000 tonnes de calamines et 13.000 tonnes de blende (soit, en métal, 61.000 tonnes de plomb et 60.000 tonnes de zinc).

TRAVAUX CONSULTÉS

MAX-LYON, MERCIER-PAGEYRAL et F. LABORDE. — *Note sur les mines du Djebel Ressas*, Paris, 1913.

J. MORER. — *Rapports inédits* (1948-1950).

MASSIF DU ZAGHOUAN

(Planche 47)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Zaghouan est l'un des éléments majeurs de la Dorsale tunisienne : il émerge de la plaine à une cinquantaine de kilomètres au Sud de Tunis ; les deux groupes de gisements principaux sont situés aux extrémités du massif : Sidi et Taïa, au Nord-Est, au voisinage de la route N° 2 de Tunis à Enfidaville, et à 2 km. de la station de Zaghouan ; Grand Zaghouan, au Sud-Ouest, relié par une piste de 18 km., à la station de Moghrane (Tunis à 57 km.).

Le massif est très abrupt, culminant à 1.295, près de 1.000 m. au-dessus du niveau de la plaine, et les gîtes du Grand Zaghouan s'étagent entre les cotes 650 et 1.100. Le Petit Zaghouan, lui, culmine à 455 m. et les gîtes de Sidi et Taïa se trouvent sur les flancs, entre les cotes 260 et 450.

La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an, mais deux sources importantes (Nymphée et Sidi Ayed, cotes 280 et 300) ont été captées sur les flancs du massif pour l'alimentation de Zaghouan et de Tunis. Les installations de Sidi et Taïa sont alimentées par la *galerie de l'eau* (cote 250), à proximité de la laverie (0,2 litre-seconde) ; celles du Grand Zaghouan, par la source de Decheret et un petit captage, à 1.500 m. (1/2 litre-seconde).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebel Zaghouan est le plus important des massifs jurassiques alignés dans la partie nord-orientale de la Dorsale tunisienne (entre le Djebel Ressas, à 25 km. au Nord-Est, et le Djebilet el Kohol, à 7 km. au Sud-Ouest).

Le massif jurassique est limité, au Sud-Est, par la grande faille du Zaghouan, et, d'autres parts, s'ennoie, avec des fractures locales, sous le Néocomien de la plaine.

Le Trias est connu seulement aux extrémités du massif, sur le flanc oriental du Petit Zaghouan au Nord (brèche à grès phylliteux bariolés), et vers Decheret Sidi Medine, au Sud (argiles et gypses bariolés).

Les assises les plus anciennes du Jurassique représentent le Lias moyen : Pliensbachien et Domérien. Le Pliensbachien est constitué de calcaires cristallins massifs, zoogènes, gris-clair, sur plus de 800 mètres. Les bancs du sommet renferment des moules de Gastéropodes, des Lamellibranches, des Polypiers et des Algues. C'est la série-magasin des gîtes principaux du Zaghouan-Sud.

Le Domérien est connu par des calcaires sublithographiques à silex, en bancs réguliers de 10 à 50 cm., alternant avec de minces lits de schistes gris. D'une puissance variant de 10 à 50 m., ils ont fourni : *Belemnites* (*Pachyteuthis*) aff. *acutus* Miller, *Pygope aspasia* Menegh., *Spiriferina obtusa* Oppel et *Seguenziceras* cf. *meneghinianum* Haas.

Le Lias Supérieur est surtout représenté par des marnes et marno-calcaires.

Dans le Toarcien, les marnes dominent avec alternances de quelques lits marno-calcaires (10 à 20 m. au total) à *Hildoceras sublevisoni* Fucini.

L'AALÉNIEN, qui lui succède, montre des calcaires à silex, en bancs de 10 à 15 cm., sur 15 à 20 m., à *Lioceras opalinum* REIN.

Quelques lits de calcaire noir, en plaquettes, très localisés, avec *Cadomites* aff. *Daubenyi* GEMM., montrent la présence du BAJOCIEN.

La série marneuse avec bancs de grès se poursuit avec le CALLOVO-OXFORDIEN (50 m. en moyenne), et les schistes rouges et calcaires gris-bleu ou lie de vin, de l'ARGOVIEN, très fossilifère, à *Phylloceras plicatum* NEUMAYR, *Sowerbiceras tortisulcatum* D'ORB., *Ochetoceras canaliculatum* VON BUCH, *Taramelliceras anar* OPP., *Oppelia arolica* OPP., *Peltoceras tranversarium* QUENST. et *P. Toucasi* D'ORB.

Au-dessus, le KIMMERIDGIEN-PORTLANDIEN est connu sous deux faciès, un faciès récifal à Rudistes, un faciès marin, tithonique, passant progressivement de l'un à l'autre, par un type intermédiaire.

Le faciès récifal à Rudistes forme les sommets du secteur oriental : Petit Zaghouan, Poste Optique, Kef el Orma, Grand Pic. Ce sont de puissantes masses de calcaires zoogènes, avec, à la base, des calcaires lités à petits silex. Son épaisseur varie de 50 à 500 m. Le sommet a fourni des Rudistes (*Heterodiceras Luci* DEFR.), des Cidaridès, des Polypiers et des Algues. C'est la série-magasin des gîtes de Sidi et Taïa et du Grand Pic.

Le faciès tithonique, représenté à l'Ouest au Kef el Blidah, et à l'ennoyage sud du Djebel Staa, est formé de calcaires alternant avec des marnes. Il est très fossilifère, surtout à la base : *Phylloceras benacense* CAT. et *P. serum* OPP.; *Perisphinctes* aff. *geron* ZITTEL et *P. senex* OPP. ; *Virgatosphinctes transitorius* OPP. Au sommet, il passe au Néocomien par des marnes, avec calcaires à Calpionelles.

Le NÉOCOMIEN affleure sur tout le pourtour W, et en quelques points isolés de la montagne : Bou Gobrine, Col du Vent, Col de Bourzen, ravin de l'Oued el Oussif.

L'OLIGOCÈNE est formé de marnes avec quelques bancs gréseux.

Le PONTIO-PLIOCÈNE comprend une série de conglomérats, argiles rouges et grès.

TECTONIQUE

La structure très complexe du massif jurassique a été étudiée en détail, et exposée par G. CASTANY dans sa thèse [**13**]. Voici ses conclusions : « L'architecture « actuelle du Djebel Zaghouan est la résultante des phénomènes tectoniques suivants :

« *Première phase* : déformations lentes et peu accentuées, qui se traduisent « par les transgressions locales, avec accordance du Domérien sur le Pliensbachien, « la transgression du Toarcien moyen et supérieur, avec ses faibles variations litho- « logiques et de puissance.

« *Deuxième phase* : production d'un réseau de fractures, avec mouvements « relatifs des divers panneaux ainsi constitués.

« *Troisième phase récente* : action de poussées tangentielles qui provoquent les « décollements et les glissements, et replissent les anciennes zones faillées ».

L'accident majeur est constitué par la grande faille longitudinale du Zaghouan, en bordure de la falaise orientale et que l'on suit tout au long de la Dorsale sur une centaine de kilomètres ; elle est marquée de giclées triasiques, très limitées en affleurement, au Nord (versant oriental du Petit Zaghouan) et au Sud (Decheret Sidi Medine.

Dans le massif lui-même, existent des ondulations, parallèles à l'axe du plissement, soulignées fréquemment par des failles ou flexures méridiennes importantes, qui se relaient du Nord au Sud. Les deux zones principales sont marquées par les failles du Bourzen et de Bou Gobrine-Oued el Oussif, qui séparent, d'Ouest en Est, les unités suivantes : (1) Kef el Blidah-Djebel Staa ; (2) Bou Gobrine-Kef Lazeregue-Oued el Oussif et (3) Poste Optique-Kef el Orma-Grand Pic.

Ces unités sont, elles-mêmes, découpées en panneaux par un deuxième réseau de failles orthogonales, d'allure générale WNW-ESE, comme, par exemple, la faille du Télégraphe, qui sépare le Petit Zaghouan du massif principal. Enfin les calcaires liasiques et tithoniques sont très fracturés par un troisième système d'accidents, à 45° de la direction principale.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les zones minéralisées paraissent localisées, à peu près, aux terminaisons périanticlinales Nord et Sud, dans les calcaires massifs du Pliensbachien (gisements du Bourzen, de l'Oued el Oussif et du Djebel Staa) et du Portlandien subrécifal (gisements de Sidi et Taïa, du Grand Pic, du Saffat el Amissa et du Kef el Assued). Elles sont divisées administrativement en deux domaines miniers, dont les centres se trouvent à une dizaine de kilomètres de distance.

I. — Sidi et Taia, au Nord, est un gîte de substitution avec, accessoirement, remplissage de fractures et de vides, dans la partie supérieure des calcaires portlandiens ; c'est la zone orientale du mamelon du Petit Zaghouan, qui est la plus favorable à la minéralisation ; celle-ci est presqu'exclusivement plombeuse et très peu oxydée, à gangue essentiellement calcitique (avec barytocélestite et fluorine).

La substitution vraie s'étend surtout dans les couches inférieures (en affleurement), c'est-à-dire sur le flanc méridional et à la crête, à l'Ouest de la *fracture terreuse*. C'est là que s'étendait le quartier principal de la mine, dans un carré approximatif de 200 m. de côté, avec les couches des *chantiers 4* (800 m^2 de section sur 1 m. 50), *Romains*, *Battista* (1.000 m^2 de section sur 2 m. de puissance), *5* (3.000 m^2 de section, avec plusieurs couches dont l'ensemble atteignait de 10 à 30 m. d'épaisseur), et *Félix* (1.000 m^2 de section sur 3 m. d'épaisseur) ; ces gisements, qui comportent naturellement de larges passées pauvres, semblent tous se coincer en profondeur, à quelques dizaines de mètres, en suivant le pendage, des affleurements ; ils paraissent limités, à l'Est, par la *fracture terreuse* (qui comportait, à l'intersection, quelques belles concentrations) et se stériliseraient rapidement vers le Nord-Ouest, à l'exception d'une des couches méridionales qui constituerait le *gîte Scana ou 21*, bien moins riche cependant, suivi sur 200 m., à 200 m., environ au NW des gîtes Romains et 5.

Sur le flanc septentrional, la partie tout à fait supérieure des calcaires comporte encore une série de couches minéralisées, mais trop pauvres pour être exploitables, sauf à leur intersection avec une petite zone de fractures méridiennes, comportant quelques concentrations en *colonnes* : *chantiers B* (200 m^2 de section sur 8 m. de puissance maxima) et *A* (60 à 100 m^2 de section sur 30 m. de hauteur) et *colonne Denise-Antiochus* (200 à 250 m^2 de section sur un cinquantaine de mètres de hauteur). Là encore, la minéralisation disparaît en profondeur, à une cinquantaine de mètres, au maximum, des affleurements.

Au Sud, les chantiers *Espérance* portent sur une zone brouillée, au voisinage de l'intersection *faille du Télégraphe-fracture terreuse*, avec deux *colonnes*, l'une au contact marnes-calcaires, reconnue sur une quarantaine de mètres de hauteur, l'autre à l'Est de la *fracture terreuse*, en plein calcaire, qui se coince encore vers 50 m. de profondeur. Enfin, à 250 m. à l'Ouest, à proximité de la grande faille du Zaghouan, le *chantier calamine* comportait une petite fracture avec des blocs de smithsonite plombeuse.

II. — Le Grand Zaghouan présente également, dans sa partie méridionale, des gîtes de substitution, mais les remplissages de cavités y prennent une importance majeure et la minéralisation y est presqu'exclusivement zincifère et très oxydée.

1. — Les gîtes du GRAND PIC, dans les calcaires portlandiens, comprennent, du Nord au Sud :

a) KEF EL ASSUED (versant Ouest du Grand Pic) : petit champ de fractures NNE-SSW, à pendage 35° E, de 50 cm. d'épaisseur et boules de smithsonite à gangue de calcite. Ce gîte a produit un millier de tonnes brutes.

b) SAFFAT EL AMISSA (versant Sud-Ouest)

Chantier Marie : crevasse et filon NNE-SSW, à pendage 75° W, suivis sur une centaine de mètres, avec une puissance de 30 à 80 cm. (calcite, smithsonite et calamine) ; ce gîte a produit près de 2.000 tonnes de calamines diverses.

Chantier Falaise : colonne subverticale, de 150 m² de section et de 53 m. de hauteur, de smithsonite et surtout de calamine, parcourue par une fracture subverticale E-W, de 50 à 60 cm. d'ouverture (à placages de calamine), et un réseau de fractures secondaires à 45°. Au-dessous de l'amas, on a suivi, quelque peu, une petite fracture minéralisée en smithsonite et galène, de 6 à 8 cm.

Chantier Auguste ou Mangoub : fracture principale méridienne, étudiée sur 120 m. de longueur et 15 m. de hauteur, avec une puissance de 40 cm. à 3 m. 50, minéralisée en smithsonite, calamine et galène (avec un croiseur E-W, à pendage 45° N, avec quelques centimètres de smithsonite). A 200 m. au Nord, se trouve une zone de calcaires à cristaux de blende de substitution (7 à 8 % Zn).

2. Les gîtes du BOURZEN et du DJEBEL STAA, à l'Ouest, se trouvent dans les calcaires liasiques :

a) Le GITE LOUIS comportait un amas lenticulaire, parallèle à la faille du Bourzen, de 150 à 200 m. de longueur, et dont la section pouvait atteindre 100 m², avec une apophyse s'enfonçant de 90 m., suivant la pente, et une deuxième zone minéralisée d'une centaine de mètres d'allongement. L'ensemble a produit une trentaine de milliers de tonnes de minerais bruts (surtout smithsonite).

b) Le GITE LUCIEN est un amas assez analogue, à peu de distance, inclus dans une crevasse, NNE-SSW, affleurant sur 200 m., et marquée par des champignons calaminaires : la zone exploitable avait 60 m. de hauteur, 40 m. de longueur et une épaisseur très variable, mais pouvant atteindre une quinzaine de mètres. Le remplissage comportait une brèche à blocs calcaires, sillonnée de veines de smithsonite et calamine, avec des patates de galène. Ce gîte a fourni 15.000 tonnes de minerai brut.

c) La FAILLE DE BOURZEN comporte un remplissage de 15 à 20 m. de puissance, de brèche calcaire, avec un petit amas de smithsonite, de 120 m² de section, et des traces de blende et galène. Au voisinage, une fracture verticale, NE-SW, présentait, sur une vingtaine de mètres, un filet de galène, atteignant 25 cm. d'épaisseur (galerie plombeuse). Au col du Bourzen, se trouvent quelques affleurements calaminaires.

d) Les gîtes de l'OUED EL OUSSIF comprennent quelques filets calaminaires en aval, de 20 cm. à 2m. de puissance, suivis sur une quinzaine de mètres, avec une production de 4.000 tonnes de minerai brut. A 400 m. à l'amont, le gîte principal présentait un énorme chapeau de fer, NNE-SSW à l'affleurement, cote 560, surmontant 3 zones calaminaires, à pitch 40° W, étudiées sur une centaine de mètres d'allongement et une soixantaine de mètres de hauteur, avec des passées stériles et des renflements atteignant 4 m. de smithsonite et limonite.

e) Le DJEBEL STAA, au Sud-Ouest, présente une substitution irrégulière, en fluorine, du banc supérieur du Lias, surtout au voisinage de fractures E-W, sur une longueur de 20 à 60 m. et une épaisseur atteignant, parfois, 2 m. Au chantier de la source, la fluorine est accompagnée de galène, de cuivre et de célestite et barytite.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La Galène est en gros cristaux (alquifoux à Sidi et Taïa), toujours supérieurs à 2 mm. d'arête ; elle est très peu oxydée, argentifère (de 2 à 300 grammes d'argent, par tonne).

La Blende, blanchâtre ou rougeâtre, à cristallisation fine, est rare (Sidi et Taïa ;

La Smithsonite est en amas, en veinules ou en croûtes, sous forme compacte, feuilletée ou terreuse, blanche ou jaunâtre, assez riche.
Saffat el Amissa).

Elle est accompagnée de Calamine fibro-radiée et d'Hydrozincite blanche, en quantités parfois conséquentes.

La gangue est généralement de Calcite blanche, parfois associée à la Barytocélestite blanche, fibreuse, ainsi qu'à la Fluorine (Sidi et Taïa ; Djebel Staa).

Une Phosphorite concrétionnée brune (à 77 % de phosphate) a été rencontrée sur les parois d'une fracture du Mangoub, à remplissage de calcite. D'autres indices existent sous le Poste optique, et au Nord de la face orientale.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Sidi et Taia

Le massif du Petit Zaghouan présentait quelques excavations antiques peu importantes. Le gîte de Sidi et Taïa, connu depuis 1900, ne fut guère étudié qu'à partir de 1910, par la galerie de la Source (cote 255), la galerie n° 2 (cote 265), le travers-bancs Antiochus (cote 335), le chantier 3, à ciel ouvert (cote 285) et diverses attaques moins poussées. Le permis d'exploitation fut accordé en 1912, et un petit atelier d'enrichissement installé.

Parallèlement à l'exploitation à ciel ouvert, des recherches furent activement poussées : par le travers-bancs Sainte-Barbe, cote 269, l'allongement du travers-bancs Antiochus, jusqu'à l'aplomb du gîte Ida (cote 392), avec exploitation souterraine de ce quartier ; la galerie Marie-Louise (cote 296) ; le chantier Baptistine (cote 324), avec exploitation entre les cotes 340 et 320 ; la galerie Eugénie (cote 380), et les chantiers 6 (cote 401) et 7 (cote 414). L'exploitation principale se trouvait au chantier Félix (cote 413), avec deux carrières importantes.

La concession fut instituée en 1919, mais pour assurer la protection des sources de Zaghouan, qui alimentent Tunis, il était stipulé que les travaux ne doivent pas descendre au-dessous de deux plans horizontaux, l'un à l'Est, cote 265, l'autre à l'Ouest, cote 310, ces deux plans étant raccordés par un plan vertical de 45 m., Nord-Sud, passant à 250 m. à l'Est de la limite occidentale de la concession.

De 1919 à 1925, l'exploitation se porta essentiellement sur le chantier 4, par les carrières *Entonnoir* et *Nouvelle* et les recherches se développèrent, vers la faille du Télégraphe, par les galeries Marie-Louise, Félix et Espérance (cote 385).

En 1925, fut installée une laverie gravimétrique.

Puis, les travaux se poursuivirent de façon assez continue, jusqu'en 1936, sur le chantier B, cote 320 (découvert en 1926), sur les chantiers 4 et 5, et sur le chantier Battista (cote 416).

En 1937, des travaux nouveaux furent entrepris sur le gîte Scana ou 21 (travers-bancs, cote 330), avec reprise du travers-bancs Sainte-Barbe (cote 274) ; sur le gîte Espérance (travers-bancs, cote 355) et sur la fracture terreuse (carrière, cote 407).

La campagne de Tunisie amena l'abandon de la mine en 1942. Depuis 1949, des travaux de recherches ont été repris, avec une petite exploitation, dans les chantiers A, B, Scana et Espérance. La laverie a été reconstituée et équipée de tables.

La production totale de la mine, au 1er Janvier 1951, s'élève à 14.000 tonnes de galène à 70 %, représentant près de 10.000 tonnes de plomb-métal.

II. — ZAGHOUAN

Les affleurements calaminaires du Grand Zaghouan ont été découverts vers 1890 ; et, jusqu'en 1894, de nombreux travaux de recherches furent exécutés au Djebel Staa (tranchées et puits) ; au Saffat el Amissa (chantier Auguste, par galerie et descenderie ; chantier Pierre, par tranchées ; chantier Marie en tranchée, cote 1.052, et galerie) ; au Kef el Assued (Attaques Vacca et Gabrielle en tranchées et petite galerie), et surtout sur le groupe du Bourzen, aux gîtes Louis (par 2 galeries) et Lucien (par 3 galeries, cotes 658, 642 et 621). Des câbles aériens furent installés pour le transport aux fours de calcination, et la concession instituée en 1894.

Jusqu'en 1902, l'exploitation se cantonna aux quartiers Louis (par le travers-bancs Sainte-Barbe, cote 698, descenderie de 90 m. et puits, avec une production de 30.000 tonnes de minerai brut ; un puits de recherches de 66 m. fut foncé sous le niveau 698, sans résultat) et Lucien (par les trois niveaux, entre les cotes 681 et 621, avec une production de 15.000 tonnes de minerai brut). En 1897, des recherches importantes furent poussées dans ce dernier quartier, par la galerie plombeuse (cote 632), le travers-bancs de la faille, la galerie principale (cote 488), ainsi que des tranchées et descenderies sur le plateau du Bourzen.

En 1898, le gîte Marie était repris, à ciel ouvert, avec une production d'un millier de tonnes de minerai brut, et une galerie (cote 1.035) découvrait un nouveau filon, qui était exploité, avec une production de 600 tonnes.

Toute l'exploitation fut suspendue en 1902, et les travaux de recherches repris, dans la galerie plombeuse, le travers-bancs de la faille et le quartier Marie, sans grand résultat. Cependant une laverie était installée, et alimentée par les mixtes pauvres, abandonnés autrefois, et divers glanages dans les gîtes Louis et Lucien.

Le gîte Saint-Antoine, ou El Oussif-aval fut découvert en 1911, et exploré par deux galeries, cotes 656 et 638. De 1912 à 1914, les recherches furent poussées activement au Grand Pic, cote 1.075, au Saffat el Amissa (puits de la blende, cote 788 ; et gîte Auguste ou Mangoub, exploré en descenderie). En 1913, le gîte de la Falaise fut découvert et exploré par le travers-bancs, cote 1.003 et 3 niveaux inférieurs.

De 1914 à 1920, l'activité était très ralentie, on termina l'abatage de lambeaux calaminaires, dans les quartiers Louis et Lucien, et le dépilage du gîte de la Falaise par les niveaux 1.003, 995, 990, 972 et 953. Le gîte de Mangoub était également exploré, par les travers-bancs 682 et 640.

A partir de 1924, tous les travaux de recherche furent repris : au Saffat el Amissa (travers-bancs 747, sous le puits de la blende ; puits de Mangoub) ; à la Falaise (puits sous le niveau 953) ; et surtout à l'Oued el Oussif-amont, où le gîte fut reconnu et exploité, jusqu'en 1930, entre les cotes 560 et 500, par les niveaux 548, 535 et 516.

En 1930, la mine était abandonnée : la production s'élevait alors à quelque 40.000 tonnes de calamines, 3.700 tonnes de mixtes plombo-calaminaires et 600 tonnes de galène (soit, en métal, 16.800 tonnes de zinc et 1.100 tonnes de plomb). Il reste une trentaine de milliers de tonnes de haldes calaminaires à 10 % Zn.

De 1937 à 1942, de petits travaux de recherche et d'exploitation à ciel ouvert, furent exécutés sur le quartier fluo-barytique du Djebel Staa, avec une production de 6.500 tonnes de fluorine et 600 tonnes de baryte.

La concession a été annulée en 1948.

Travaux consultés

G. Castany. — *Thèse* (1951).

Hammam Zriba

A quelques kilomètres à l'Est du Zaghouan, ce petit massif représente un minuscule horst de calcaires récifaux portlandiens, surmontés transgressivement par des formations allant, probablement, du Crétacé moyen à l'Eocène.

C'est un beau gîte de substitution, en fluorine dominante, avec barytocélestite et traces de B.P.G., à la partie tout à fait supérieure du Jurassique : la couche peut être suivie sur plus de 800 m., de part et d'autre de la gorge de l'Oued Zriba ; elle est limitée par failles, à l'Est et à l'Ouest, mais, de ce dernier côté, la coupe de la falaise permet de la suivre encore, dans une deuxième direction, sur près de 500 m. ; au Sud, elle est limitée par une autre petite faille et au Nord, elle paraît s'enfoncer normalement sous le Crétacé.

La Galène (en patates) et la Blende (en cristaux rouges) sont encore accidentelles ; les calcaires ont subi, par places, une silicification hydrothermale intense ; cependant, le tonnage en Fluorine paraît relativement important : les petits travaux de reconnaissance, effectués ces dernières années, ont porté exclusivement sur certaines zones, atteignant 5 à 6 m. de puissance, mais l'épaisseur moyenne de la couche peut être de 1 m. à 50 % de spath, ce qui représenterait un tonnage probable de 100.000 tonnes (en affleurements, seulement).

DJEBILET EL KOHOL

(Planche 48)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce petit massif est l'un des éléments de la Dorsale tunisienne, situé entre le Zaghouan et le Fkirine. On accède à la mine par une piste de 5 km., à partir de la route N° 3, de Pont-du-Fahs à Enfidaville, à une vingtaine de kilomètres de la station de Moghrane (Tunis à 57 km.).

Le chaînon, formé par le Djebilet el Kohol et le Kef el Azeïz, est abrupt et escarpé, culminant à 678, à quelque 300 m. au-dessus du plateau environnant. La pluviométrie est moyenne, de l'ordre de 500 mm. par an, et la laverie était alimentée par la petite source de Sidi Khelifa (1 litre-seconde), à 500 m. à l'Est.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Djebilet el Kohol est un petit anticlinal dissymétrique, dont le cœur est constitué par une écaille de calcaires liasiques, limitée par failles.

Le Trias apparaît le long de la ligne de chevauchement, sous forme de la brèche gypseuse à éléments divers.

Le Lias est formé de calcaires massifs zoogènes, plus ou moins dolomitiques, jaunâtres ou grisâtres, qui représentent la roche-magasin des gîtes.

Le Jurassique supérieur apparaît en lambeaux, pincés dans la faille du flanc occidental ; on a pu y déterminer l'Argovien (schistes rougeâtres) et le Tithonique (calcaires et marnes).

Le Néocomien est formé de marnes à intercalations calcaires, avec, à la partie supérieure, la faune barrémienne : *Desmoceras strettostoma* Uhlig, *Silesites Seranonis* d'Orb. et *Hibolites semicanaliculatus* de Blainv.

L'Albo-Aptien est représenté par une série marneuse, avec intercalations de grès, à la partie inférieure.

Le Vraconien comprend des calcaires en plaquettes à *Pervinquieria inflata* Sow. et *Hamites Auberti* Perv.

Le Cénomanien comporte des marno-calcaires à faune pyriteuse, surmontés par des calcaires massifs.

Le flanc sud-oriental, effondré, montre une série de marnes et lumachelles qui représentent le Lutétien supérieur, avec un petit synclinal marno-gréseux d'Oligocène.

Le recouvrement est formé d'alluvions et d'éluvions.

TECTONIQUE

L'accident majeur est la grande faille du Zaghouan, qui limite l'écaille liasique, vers le Sud-Est, avec giclée triasique ; d'autres failles longitudinales se trouvent sur le flanc occidental, ainsi que des fractures ouvertes parallèles, dans le chaînon cal-

caire. Ce dernier est découpé par de petites failles transversales postérieures, NW-SE. Enfin, le massif calcaire présente de petites fractures de glissement méridiennes.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le chaînon de calcaires liasiques comporte, essentiellement, des gîtes de substitution, en relation avec des fractures filoniennes, et très irréguliers.

I. — Le gîte principal est situé à la pointe nord-orientale de l'écaille, près de la jonction des deux failles longitudinales majeures. C'est une zone minéralisée, NE-SW, qui s'étend sur 200 m. d'allongement et une trentaine de mètres de largeur, et qui paraît partout limitée, en hauteur, à quelques mètres, avec des bandes riches et de larges parties stériles.

II. — Vers le Sud-Ouest, à 250 m. de distance, environ, une autre lentille, de 200 m2 de section, a été reconnue par le travers-bancs 50, et suivie sur quelques mètres de hauteur.

III. — Enfin, une troisième zone minéralisée, mais qui semble très pauvre, se trouve au voisinage de la faille nord-occidentale ; et de nombreux indices sont répandus tout au long du chaînon calcaires, sans continuité, semble-t-il, ni élargissement.

La minéralisation est surtout plombeuse (galène) dans une gangue de fluorine ou de baryte, avec smithsonite, panabase et calcite secondaire blanche.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est, soit en gros cristaux (alquifoux), soit à grains fins, très peu oxydée, relativement argentifère (100 à 200 grammes par tonne).

La SMITHSONITE est généralement pauvre (15 à 20 % Zn), avec certains petits amas atteignant 40 %. Elle est rougeâtre ou blanchâtre, massive ou feuilletée, accompagnée parfois d'hydrozincite.

Le CUIVRE se présente sous forme de PANABASE, très oxydée, en petits amas dans certaines zones.

La FLUORINE, blanche ou violette, et la CALCITE blanche, à large maille, constituent les gangues principales. La BARYTE blanche, fibreuse, est peu abondante.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes plombifères, découverts vers 1880, furent explorés par le réseau des galeries Sidi Derviche (cote 515) et Sidi Mediane (cote 517) avec un puits de 17 m.; l'aval-pendage fut étudié, sans résultat, par les galeries Galiani et Sainte-Barbe (cote 475). Les gîtes calaminaires, reconnus en 1889, furent explorés par une série de fouilles et les galeries Dominico (cote 648) et Lévy (cote 624).

Un permis d'exploitation fut alors institué en 1892, mais la reconnaissance du gîte plombeux ne fut activement poursuivie que de 1898 à 1902, aux niveaux 515 et 520, mettant à la vue une section minéralisée, de 900 m2, sur une dizaine de mètres de hauteur.

Un petit atelier de préparation mécanique fut installé et la concession instituée en 1902. Les affleurements calaminaires furent alors explorés, à ciel ouvert, par une trentaine de fouilles, et le petit amas plombeux, exploité dans ses zones riches. En 1903, le gîte du Bordj fut découvert et exploré, à ciel ouvert et par la galerie Macler (cote 497), avec les niveaux 490 et 495.

De 1905 à 1910, les travaux furent à peu près suspendus ; puis, l'ensemble des deux gîtes furent exploités à ciel ouvert, par les gradins, cotes 484, 490, 495, 515, 526, 532, 550, 574, 585 et 588. Une nouvelle laverie avait été installée en 1912, et complétée en 1924.

A partir de 1925, l'exploitation fut arrêtée, et l'on développa les recherches par une série de travers-bancs, cotes 473 (23), 485 (35), 500 (50), 530 (80), 550 (100) et 580 (130) ; ceux-ci ne recoupèrent que des traces de plomb, à l'exception du TB 500, qui traversa une petite zone minéralisée, de 200 m^2 de section, suivie en aval sur quelques mètres et qui se trouverait au-dessous d'une ancienne carrière, cote 653 : en 1928, 150 m^3 (à 10-15 % Pb) avaient été enlevés de ce gîte.

La crise amena l'abandon de la mine en 1929 et la concession fut annulée en 1939.

Le Djebilet el Kohol a été repris en permis de recherches, transformé en permis d'exploitation en 1941, mais les seuls travaux effectués furent, depuis, le relevage et l'entretien de certaines galeries et quelques glanages.

La production totale, au 1er Janvier 1951, s'élève à 2.500 tonnes de galène et 340 tonnes de calamine (soit, en métal, 1.300 tonnes de plomb et 90 tonnes de zinc). On a également produit en 1909, 2 tonnes de minerais de cuivre (à 4 % Cu).

TRAVAUX CONSULTÉS

G. CASTANY. — *Thèse*, 1951.

DJEBEL SERDJ

(Planche 49)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Serdj se dresse à l'Est de Maktar, entre les plaines de la Siliana et d'Ousseltia. On accédait à la mine par une piste de 20 km., actuellement coupée par l'Oued Marouf, et qui débouchait sur la route de Kairouan à Tunis, à 52 km. de la station de Pont-du-Fahs (Tunis à 64 km).

Le massif est très abrupt, surtout sur le flanc nord-ouest : le point culminant est à 1.357, à plus de 800 m. au-dessus de la plaine ; le filon affleure entre les cotes 900 et 1.000, les installations étant à la cote 620. Ce versant porte une végétation broussailleuse, assez dense.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 450 mm. par an : la mine était alimentée par une petite source, captée au niveau 960.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le gîte du Djebel Serdj se trouve dans la partie méridionale de la Dorsale tunisienne, à une soixantaine de kilomètres au Sud-Ouest du Zaghouan-Kohol, et à peu de distance au Nord-Est de la bifurcation de cette unité géographique et tectonique.

Le Djebel Serdj est un anticlinal crétacé dissymétrique, le flanc nord-ouest ayant été supprimé par une grande faille longitudinale.

L'APTIEN n'est représenté que par sa partie supérieure :

a) calcaires jaunâtres dolomitiques à Orbitolines et *Horiopleura* cf. *Lamberti* MUNIER-CHALMAS ..... 15 m.

— marnes avec trois bancs calcaires roux à : *Toxaster Collegnoi* SISMONDA, *Panopea plicata* SOW. et *P. Prevosti* DESH., *Natica Larteti* LANDERER ..... 10 m.

— marnes grises à *Orbitolina lenticularis* BLUM. et *Exogyra Couloni* DEFR. ..... 40 m.

b) calcaires massifs gris clair, oolithiques ou sublithographiques ..... 75 à 100 m.

Le filon principal se trouve dans cette zone.

L'ALBIEN débute par un conglomérat, surmonté de marnes noires à *Mortoniceras inflatum* SOW., avec alternances marno-calcaires..... 270 m.

Le CÉNOMANIEN-TURONIEN est formé d'alternances de marnes et calcaires à *Epiaster Villei* COQ. ..... 300 m.

TECTONIQUE

L'anticlinal est nettement dissymétrique : le flanc NW, érodé normalement aux strates, est très abrupt ; sur le flanc SW, la topographie suit à peu près le pendage des couches.

L'accident majeur est la grande faille longitudinale, N 50° E, qu'on peut suivre sur une quinzaine de kilomètres, le long de la crête, à l'Ouest ; de cette faille, se détachent les failles obliques, WNW-ESE, du Krechem el Guelt (subverticale avec rejet d'une soixantaine de mètres) et de l'Oued Chaba (subverticale, à rejet de 150 m.).

C'est contre cette faille, que viennent buter, au Nord, les fractures de glissement méridiennes, à pendage 45° W, qui sont plus ou moins minéralisées.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — Le gîte principal est un filon méridien, à pendage 40 à 50° W, dans les calcaires aptiens : les affleurements s'étendent sur près de 400 m. en direction, et le gisement a été étudié entre les cotes 994 et 840, c'est-à-dire sur 150 m. de hauteur. Le filon principal est très irrégulier : de 1 m. de puissance moyenne, avec des épanouissements allant jusqu'à 4 m., dans la partie médiane, et des serrées stériles, il comportait un remplissage d'argiles ferro-calaminaires avec boules et filets de smithsonite riche ; les parties exploitables formaient deux *colonnes*, la plus riche, au Nord, se trouvant à l'intersection d'un croiseur NNW-SSE, au mur du grand filon ; au toit, se trouvaient deux filets parallèles, le premier à 6 m. (10 cm. de smithsonite passant à la blende au niveau 905, avec un peu de galène), le second à une vingtaine de mètres (avec smithsonite et cérusite). Enfin, au mur du filon principal, les calcaires sont imprégnés de blende (avec galène et pyrite), sur 1 m. 50, dans le quartier nord.

II. — A 200 m. au Sud des derniers affleurements, il semble que le filon principal réapparaisse sur 500 m., entre les cotes 920 et 760, avec un remplissage bréchique de 1 m. 50, comportant par places un peu de smithsonite ferrugineuse au mur (20 cm. à la cote 780).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La BLENDE est rare, en filets cristallins jaunâtres, à larges facettes, dans le premier filon du toit et en imprégnations dans les calcaires du mur, avec petits cristaux de GALÈNE et de PYRITE.

La SMITHSONITE constitue la presque totalité du gîte : elle se présente, soit en blocs ou en filets de minerai riche feuilleté (à 42-45 % Zn), soit en imprégnations des argiles et terres de remplissage (18 à 30 % Zn).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le gîte du Serdj a été découvert en 1901, et les travaux de reconnaissance du quartier nord furent effectués, de 1901 à 1904, par une descenderie et cinq niveaux (cotes 940, 933, 921, 913 et TB Victoria 902). La concession fut instituée en 1904 et équipée d'un câble transporteur de 700 m., allant du gîte aux fours de calcination.

De 1904 à 1908, l'exploitation, en amont-pendage du niveau 902, montra l'irrégularité du gîte. En 1906, des recherches furent poussées, au niveau 902, vers le toit du filon principal (avec descenderie de 31 m. dans le filon blendeux), ainsi que dans le quartier sud, par la descenderie François (cote 908) avec les niveaux 894, 860 et 840 (ce dernier débouchant, au Sud, dans la grotte) et, plus au Sud, sur le prolongement supposé (par le TB cote 950 et la descenderie cote 850).

De 1908 à 1920, les travaux sont arrêtés (avec une petite reprise d'exploitation en aval-pendage du TB 902, en 1910).

En 1920, travaux et installations furent remis en état et l'exploitation fut reprise jusqu'en 1930, d'abord en aval-pendage du niveau 902 et en glanages dans le quartier nord, puis, à partir de 1924, aux niveaux 2 et 3, dans le quartier sud. Les travaux du quartier sud ont été repris, en effet, par la descenderie François et les niveaux 894 et 860. En 1923, le prolongement du filon vers le Nord, fut étudié par les recherches Portelli (cotes 934 et 943), Pauline (cote 948), Jean (cote 966) et Blanche (cotes 982 et 994). En 1924, le quartier sud était desservi par le travers-bancs Hélène (cote 884). En 1925, le travers-bancs Charles fut attaqué à la cote 808, mais il aurait été arrêté au bout de 50 m. (sur 300). De 1926 à 1928, les traçages aux niveaux 3 (cote 859) et 4 (cote 840) semblèrent démontrer que la fracture se coince.

La mine est définitivement abandonnée en 1930 : la production s'est élevée à 3.500 tonnes de calamine (soit 1.500 tonnes de zinc-métal). La concession était annulée en 1951.

Travaux consultés

J. Morer et R. Felenc. — *Rapport inédit* (1950).

DJEBEL SEKARNA

(Planche 50)
(Planche-photos V-2)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Sekarna, à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest de Maktar, est l'un des hauts plateaux de la Kessera. La mine est d'accès peu facile : à 30 km. de la station d'Ebba Ksour (Tunis à 190 km.), de la route N° 21, du Kef à Sbeïtla, se détache une bonne piste de 5 km., qui aboutit au pied de la montagne ; de là, un sentier muletier, en lacets, de 3 km. 5, conduit à la mine.

La montagne est fort abrupte : le point culminant étant à la cote 1.321, avec 600 m. de dénivellation jusqu'à la base ; les gîtes principaux se trouvent vers la cote 1.140.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 450 mm. par an, et l'eau est très rare dans toute la région : la mine était alimentée par l'Aïn Soltane, à 3 km., grâce à un captage et une canalisation (débit très faible) ; seul, l'Oued Sguiffa, à 4 km. à l'Ouest, coule toute l'année. Le plateau est, à peu près complètement, aride et nu.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Sekarna est sur l'un des diverticules de la Dorsale tunisienne vers le Sud-Ouest, entre le Serdj et l'Azered, à une cinquantaine de kilomètres de part et d'autre.

Le Sekarna est un synclinal éocène perché, posé sur le flanc oriental d'un dôme anticlinal crétacé.

Le Cénomanien, marneux, est caché sous les éboulis et éluvions.

Le Turonien est formé de marno-calcaires blancs d'une quarantaine de mètres d'épaisseur.

Le Sénonien apparaît surtout sur le flanc oriental de la montagne ; il comprend :

a)	— marnes	100 m.
	— alternances de marnes et marno-calcaires	20 m.
b)	— barre de calcaires gris, subcristallins, à nodules de silex brun dans la partie supérieure	50 m.

L'Eocène constitue le plateau et comporte :

a)	— marnes noires (suessoniennes)	1 m.
	— marno-calcaires bitumineux, glauconieux et phosphatés	1 à 2 m.
	— calcaires gris compacts ou alvéolaires	7 m.
	— calcaires en dalles	
	— calcaires dolomitiques grenus, noirs ou bruns	5 m.
	— calcaires compacts, gris ou bruns	5 m.
	— calcaires siliceux, avec rognons de silex	6 m.
	— calcaires lithographiques bruns ou noirs	5 m.
	— calcaires compacts gris à Nummulites, avec silex	7 m.

b) — calcaires marneux noirs .....
— alternances de calcaires et de marnes..... } 50 m.
— lumachelle à *Ostrea Clot Beyi* BELLARDI.....

La partie inférieure constituant la falaise terminale, représenterait le LONDINIEN et le LUTÉTIEN inférieur, la partie supérieure, le LUTÉTIEN supérieur, transgressif et nettement discordant.

La série-magasin principale paraît être à la base de l'Eocène, mais la minéralisation peut passer dans le Sénonien et dans tout l'Eocène inférieur.

TECTONIQUE

La Dorsale tunisienne arrive, là, sur une zone effondrée transversale, et le Djebel Sekarna, en bordure du fossé de Sbiba, se présente en synclinal perché, haché de failles parallèles, limitant une série de gradins. Les accidents principaux sont donc des failles transversales, NNW-SSE, à pendage W ; on ne voit pas de faille longitudinale importante ; mais la zone minéralisée du Rass el Guezir comporte plusieurs fractures de glissement NNE-SSW, à pendage ouest, également, et qui sont nettement en relation avec les gîtes sud, alors que les grandes failles transversales sont généralement stériles.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Deux zones principales ont été explorées :

I. — GUELAA

Au Nord, le plateau présente, à l'Ouest et au Nord, des fractures périphériques, à pendage variable vers le centre et minéralisées en smithsonite, avec substitution, au voisinage, dans certains bancs calcaires de l'Eocène inférieur : une de ces couches affleure sur 300 m., sur l'abrupt oriental, et, vers le Nord, montre une substitution en blende dans la couche phosphatée inférieure. Au Nord du plateau, le banc calcaire inférieur (qui, là, est rosâtre, avec une puissance de 3 m.) présente deux bandes minéralisées, au toit et au mur, de 50 à 60 cm. d'épaisseur à l'affleurement (20-45 % Zn). Les travaux indiqueraient que la minéralisation diminue, lorsqu'on s'éloigne des falaises ; il est donc possible que les failles nouricières soient les deux failles transversales encadrant le plateau.

II. — RASS EL GUEZIR

1. — A 1.500 m. vers le Sud, le gîte SAINT-EUGÈNE présente une zone minéralisée, assez irrégulière, entre la faille méridienne de Saint-Pierre et deux fractures de glissement NE-SW : trois amas principaux, plombo-calaminaires, de substitution dans les bancs calcaires éocènes subhorizontaux, avaient une section minéralisée de 5.000 m2 environ, entre les cotes 1.145 et 1.122, sur 150 m. de longueur et avec une puissance très variable : la minéralisation était essentiellement calaminaire à l'exception d'une petite lentille de galène, de 5 à 50 cm. de puissance), avec zones plombeuses, surtout au toit et en substitution dans les calcaires siliceux, au niveau 1.145.

2. — A 350 m. au Sud, le gîte SAINT-PIERRE est une lentille calaminaire de forme bizarre, plaquée contre une faille méridienne, à pendage 45° W (avec calcaires au toit et marnes au mur), et s'étendant, dans ses plus grandes dimensions, sur une cinquantaine de mètres de longueur et 18 m. de hauteur, le long de la faille, avec une puissance allant de 40 cm. en haut et en bas, à 7 m. au niveau 1.120, dans une sorte d'apophyse de substitution subhorizontale dans un banc calcaire aturien. Au-dessus, les marnes schisteuses éocènes et le banc phosphaté renferment une substitu-

tion en petit cristaux de blende et de galène (10 à 13 % Zn et 3 à 5 % Pb). La minéralisation est surtout calaminaire, mais avec des zones plombeuses vers le Nord : cet amas présentait une section minéralisée de 1.100 m2 environ, et a fourni un millier de tonnes de smithsonite riche et quelques centaines de tonnes de galène.

3. — Entre les zones principales du Guelaa et du Rass el Guezir, existent divers indices : filets et patates de galène dans une faille transversale NNW-SSSE (*recherche Manca*) ; substitution en blende (4 à 7 %), avec traces de galène, dans les calcaires noirs de la base du Sénonien supérieur (*Grand Chabet*) ; bandes calaminaires de substitution (de 20 à 30 cm.), avec plaques et mouches de galène, dans les calcaires supérieurs de l'Eocène, au voisinage d'une fracture minéralisée méridienne, à pendage 55° E (*Koudiat*) ; traces de galène au voisinage d'une fracture ENE-WSW (*lambeau sud*) ; *fracture romaine*, NNE-SSW, à remplissage de calcite (flanc occidental).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en gros cristaux, soit en *patates* dans le remplissage de fractures, soit en croûtes et en cubes avec la smithsonite, soit en cubes plus ou moins larges dans les calcaires siliceux et phosphatés : dans ces dernières roches, la galène moule les grains de colophanite et de glauconie (avec, parfois, pénétration de ces derniers). La galène est peu argentifère (70 à 90 grammes par tonne).

La BLENDE n'est connue que dans les niveaux marneux du Sénonien inférieur, ou marno-phosphatés de la base de l'Eocène : elle est en assez gros cristaux rougeâtres, moulant les grains de colophanite et de glauconie.

La CÉRUSITE est assez rare, en masses compactes gris-bleuâtres, avec des résidus de galène.

La SMITHSONITE est très polymorphe, concrétionnée, rubannée ou stalactitique, à teneur très variable (20 à 50 %).

La PYROMORPHITE se trouve en rares inclusions brunes dans le niveau phosphaté.

La silice secondaire se présente sous forme de QUARTZ (avec CALCÉDONITE et QUARTZINE plus rares).

La CALCITE est la gangue la plus fréquente dans les failles et fractures.

La BARYTE blanche est plus rare.

L'ordre des venues est le suivant :
— *Blende*, ultérieurement très oxydée en *Smithsonite*.
— *Galène*, *quartz* et *baryte*.
— *Calcite* secondaire.

C'est un gîte mixte : filonien, avec, au voisinage des fractures, substitution au ciment de calcite et remplissage de vides.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les nombreux affleurements de Sekarna furent découverts en 1906 et étudiés par tranchées ; des travaux de reconnaissance plus importants furent entrepris, à partir de 1920, dans la zone du Rass el Guezir : au chantier Saint-Pierre, avec trois niveaux (cotes 1.132, 1.120 et 1.107) et descenderies ; et au chantier Saint-Eugène, avec puits et deux niveaux (cotes 1.145 et 1.126).

En 1922, on installa deux voies de niveau, avec plans inclinés vers les fours de calcination, situés à la cote 830. La concession fut instituée en 1923.

Les recherches furent poursuivies activement au 3me niveau Saint-Pierre, équipé d'un puits d'extraction de 25 m. ; un grand travers-bancs (cote 1.096), avec allongements, resta dans le stérile ; sous le quartier Saint-Eugène, par contre, le travers-bancs Sainte-Barbe (cote 1.122) découvrait une zone minéralisée plus étendue. L'exploitation se développa alors activement dans ces deux zones, jusqu'en 1930. Une petite laverie était installée en 1927.

Entre temps, de petites recherches par puits et galeries sur le plateau de Guelaa donnaient des résultats peu encouragants (1924-1926), de même que les galeries du grand Chabet (cote 1.090) et du Koudiat (1929).

De nouveaux allongements, au niveau 1.096, ne rencontraient que des zones pauvres, et depuis 1931, la mine est à peu près en sommeil, malgré une petite reprise d'activité de 1935 à 1939, avec installation d'une nouvelle laverie (en 1936), et de petits travaux d'exploitation dans les zones plombeuses du quartier Saint-Eugène (jusqu'en 1948).

La production, de 1922 à 1948, a été de 4.540 tonnes de galène et près de 22.000 tonnes de calamine (soit, en métal, 2.600 tonnes de plomb et 7.250 tonnes de zinc). Il reste 35.000 tonnes de haldes calaminaires à 8,5 % Zn et 3,5 % Pb.

Travaux consultés

E. Bruet. — *Recherche sur l'évolution continentale de quelques sédiments*, Thèse, Paris, 1932.

R. Felenc. — *Rapports inédits* (1949).

DJEBEL AZERED

(Planche 51)
(Planche-photos VI-3)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Azered est l'un des massifs qui encadrent la plaine de la Foussana, dans le Centre-Ouest tunisien, à peu de distance de la frontière algérienne. La mine est reliée à la station de Kalaa Djerda par une piste assez bonne (sauf par mauvais temps), de 24 km. (Tunis à 235 km.), laquelle rejoint la route N° 23 du Kef à Gafsa.

La région est relativement montagneuse, le point culminant étant à 1.385 m., et les installations de la mine vers la cote 925, les travaux s'étageant entre les deux. Le massif est très recouvert de broussailles et de bosquets. La pluviométrie est faible, de l'ordre de 400 mm. par an ; le niveau hydrostatique est vers la cote 950, dans la région de la mine.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de l'Azered paraît être dans le prolongement tectonique d'une branche septentrionale de l'anticlinorium, à une cinquantaine de kilomètres au Sud-Ouest du Sekarna.

Il fait partie de ce petit groupe de massifs aptiens de la région de Kalaa Djerda, à gîtes de substitution (Bou Jaber, Slata, Djerissa et Djebel el Hamra) dont les relations et la situation tectonique ne sont pas encore bien connues.

Le Djebel Azered est un demi-dôme aptien, tronqué obliquement, quant à sa partie sud-ouest, par une grande faille, d'allure générale NW-SE, et cerné de formations albiennes et cénomaniennes, peut-être transgressives, sous lesquelles il plonge périclinalement vers le Nord, le Nord-Est et l'Est.

Le TRIAS apparaît au Sud-Ouest du district : c'est une brèche gypso-dolomitique, avec blocs de grès à oligiste.

L'APTIEN, qui constitue la masse de la montagne, comprend :

a) Une série puissante (350 m.) d'alternances de marnes, calcaires à passées dolomitiques et siliceuses, et bancs dolomitisés avec zones quartzifiées. Les marnes du col ouest ont fourni : *Plicatula placunea* LAM., *Epiaster restrictus* GAUTHIER et *Trigonia* sp.

b) Un banc de calcaire bleu coquillier, parfois légèrement dolomitisé ou silicifié, de 6 à 7 m. de puissance, avec intercalations marno-calcaires à Orbitolines, constituant un bon repère à : *Orbitolina lenticularis* LAM., *Ostrea aquila* BRONGN., *Epiaster restrictus* GAUTHIER, *Tylostoma rochasianum* D'ORB. et *Pecten* cf. *Morrisi* PICTET et RENEVIER.

Ce calcaire a subi des phénomènes de dissolution karstique (grottes du chantier Salah).

c) Un banc silicifié très constant, de 6 à 7 m. d'épaisseur (avec, par places, des résidus dolomitiques).

On n'a, d'ailleurs, là que la partie supérieure de l'Aptien.

L'Albien est généralement recouvert par les éboulis ; peu épais, il est formé de marnes à petits lits calcaires, avec *Acanthoceras milletianum* d'Orb.

Le Cénomanien est essentiellement représenté par une série puissante (200 m. environ), de marnes à Huîtres, avec intercalations calcaires ; elles ont fourni au Daher el Hamar : *Acanthoceras* sp., *Hemiaster batnensis* Coquand, *Exogyra flabellata* Goldfuss, *Pecten Shawi* Perv. et *Alectryonia Syphax* Coq.

Le Turonien couronne le Kef el Berrina et s'étend vers le Sud-Ouest ; il est formé de bancs calcaires assez épais, souvent dolomitisés, et formant alors un horizon favorable pour de petits gîtes barytiques plombo-zincifères de substitution.

Le recouvrement est surtout étendu sur les formations marneuses entourant le massif : c'est généralement une croûte calcaire.

TECTONIQUE

Le massif triasique a probablement eu un rôle tectonique, mais on ne le voit pas nettement : il semble en relation avec la faille E-W du Daher el Hamar, c'est tout ce qu'on en peut dire.

Mais la faille principale de la structure est celle du Chabet Henndi, N 35° W, avec un rejet de plusieurs centaines de mètres, mettant au contact l'Aptien moyen et le Cénomanien supérieur ; cette faille paraît commander également le décrochement important E-W (rejet de 200 m. environ), qui découpe le massif en deux blocs principaux, le bloc sud étant effondré par rapport au bloc nord.

Parallèlement à ce deuxième accident, toute une série de petites failles découpent le flanc oriental de la montagne, fractures de glissement en relation avec les divers gisements.

Au Sud, la faille du Daher el Hamar, également E-W, paraît se diviser en deux fractures nettes, avec, entre elles, un petit bloc aptien, remonté parmi des marnes albiennes ; il est possible que dans cette zone, le Trias soit à faible profondeur.

Enfin, le bloc nord de l'Azered comporte encore diverses failles et fractures, de direction NNE-SSW, en relation aussi avec certains gîtes.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes semblent très éparpillés dans tout le massif aptien, mais se trouvent généralement, en fait, au voisinage des petites failles E-W, et toujours (pour les plus importants) au mur des quartzites supérieurs qui paraissent avoir fait écran, et au toit des calcaires bleus, qui constituaient, apparemment, le matériel primaire auquel se sont substitués les minerais plombo-zincifères.

Ce sont donc des gîtes de substitution-types avec la succession suivante : une dolomitisation, surtout marquée dans les bancs inférieurs, une silicification, qui a affecté localement les bancs dolomitiques inférieurs, mais s'est surtout étalée complètement dans le banc supérieur, puis une venue généralisée de baryte avec galène et de blende, ultérieurement oxydée en smithsonite.

Du Nord au Sud, on a les gîtes suivants :

I. — Sur le flanc NW et N, de petits lambeaux de quartzites, avec smithsonite au mur, ont été explorés par tranchées : ce sont les gîtes NW, Louis, Antoine et Pierre peu conséquents.

II. — Le Chantier Route est une recherche sur une petite faille E-W, dans les quartzites (avec substitution de galène) ; la smithsonite est au mur.

III. — Au CHANTIER SALAH, on exploite un filon faille, minéralisé en calcite et galène, de direction N 50° E, à pendage 30° S, entre quartzites au toit et calcaires au mur. Ce filon est actuellement reconnu sur 70 m. de longueur et 40 m. suivant le pendage (1951). Au voisinage, les calcaires ont été le siège de dissolution karstique, et comportent une série de grottes, ou plutôt de boyaux, tapissés de calcite en croûtes et choux-fleurs. L'un d'eux, de 3 m. sur 3, s'allonge parallèlement au filon et à 70 m. vers le Sud-Est, et sa paroi NW est tapissée, sur une vingtaine de mètres, de groupes d'énormes cubes de galène (10 cm. d'arête), recouverts, ou non, de calcite, de limonite, de cérusite ou de gypse, et enrobés, ou non, dans la calcite.

IV. — Au CHANTIER ROMAINS, l'exploitation principale portait sur une couche calaminaire assez importante (1 m. de puissance), à pendage 30° E ; dans cette zone, existe aussi une petite fracture N 80° W, à pendage 50° S, avec remplissage de baryte et galène.

V. — Le gîte d'AIN KHOL comporte une couche calaminaire NNW-SSE, à pendage 30° E, toujours au mur des quartzites, avec des cristaux de galène, et, en dessous, dans les calcaires, une fracture subverticale, WNW-ESE, minéralisée en galène.

VI. — Sous le signal, les petits gîtes calaminaires du NADOR et de la FALAISE étaient très limités.

VII. — Les chantiers du BORDJ et du RAVIN exploitaient une même couche calaminaire N-S, à pendage 25° E (à 37-40 % Zn), de part et d'autre d'une petite faille WNW-ESE ; au toit de la couche, c'est-à-dire, immédiatement au mur des quartzites, existe une bande barytique plombifère assez constante et, par places, exploitable.

VIII. — Enfin, le gîte d'AIN NECHMA comporte, essentiellement, au mur des quartzites, une couche d'argiles rouges de décalcification, NW-SE, à pendage 15° E, renfermant des blocs de smithsonite (à 36 % Zn de teneur moyenne), et se trouve au voisinage d'une petite faille E-W.

IX. — Vers le Sud, d'autres affleurements plombeux existent le long de failles E-W.

En conclusion, on a, au Djebel Azered, des gîtes de substitution essentiellement zincifères, au sommet de l'Aptien, au toit de calcaires et au mur de quartzites, d'allure générale N-S, avec léger pendage E ; et quelques gîtes plombifères, mixtes, à allure de filons-failles E-W, subverticaux ou à pendage sud.

X. — Au DAHER EL HAMAR, c'est un filon-faille probablement analogue, E-W, subvertical, avec filonnets parallèles dans les marnes et à remplissage barytique plombifère (avec un peu de blende).

XI. — Enfin, l'AZERED S-W comporte quelques petits gîtes de substitution, calaminaires (en couche au mur de calcaires) et barytiques plombifères, dans les dolomies turoniennes.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en gros cristaux (parfois énormes dans des concrétions de calcite du gîte Salah), assez peu argentifère (94 gr. à la tonne).

La CÉRUSITE est très rare (Daher el Hamar).

La BLENDE est rare, en cristaux assez gros, rouges (Daher el Hamar) ou jaune-miel (Ravin).

La SMITHSONITE est très variée : la teneur moyenne est de 40 % de zinc, ce qui donne, après calcination, des produits à 56 %.

La CHALCOPYRITE paraît limitée aux quartzites, en petites mouches très altérées en MALACHITE et CHESSYLITE.

Les Quartzites ont une cristallisation très fine.

La Baryte est à grosse maille, parfois en beaux cristaux (Daher el Hamar).

La Calcite est secondaire et abondante en tapissage de grottes.

On a admis l'ordre suivant :

Dolomitisation
Quartz
Cuivre
Baryte et *Galène*
Blende, complètement oxydée en *Smithsonite*

Il est possible que la première phase soit beaucoup plus ancienne que la seconde : il n'y a pas de raison actuellement d'attribuer aux venues plombo-zincifères de cette région, un âge différent de celles de la Tunisie septentrionale.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux romains importants existent sur tous les affleurements plombeux de la région et une laverie romaine, très curieuse, avec un four de 2m. de diamètre, a été découverte à l'Henchir el Goussa en 1947.

Les gîtes de l'Azered furent redécouverts en 1897, et les recherches, engagées sur les chantiers Antoine, Pierre, Nador, Aïn Khol, Bordj et Ravin amenèrent l'institution de la concession en 1901. L'exploitation commença alors sur ces divers gîtes, ainsi qu'aux chantiers d'Aïn Nechma, Falaise et Romains, découverts en 1902-1903, et avec les caractéristiques suivantes.

Le Nador fut exploité, de 1900 à 1903, par descenderies sur une couche calaminaire (à 35-43 %) entre deux bancs calcaires ; la Falaise, au voisinage, de 1903 à 1904, à ciel ouvert et en descenderie sur une couche calaminaire de 15 à 50 cm. de puissance, au mur des quartzites.

Le Bordj, à ciel ouvert et en descenderie, de 1900 à 1903, sur une couche calaminaire de 10 à 15 cm. (à 40-43 % Zn), au mur des quartzites ; repris en 1910 en recherche.

Le chantier Louis (à 500 m. à l'Ouest du chantier Antoine), présentait, au mur des quartzites, une couche calaminaire de 4 à 5 cm., qui fut étudiée par tranchées.

Le chantier Antoine fut exploité de 1900 à 1914, à ciel ouvert, jusqu'en 1909, puis, par une galerie de 70 m. et repris en carrière, de 1926 à 1929.

Le chantier Pierre, exploité à ciel ouvert de 1900 à 1904, fut exploré par une descenderie de 40 m. jusqu'en 1909.

Les chantiers du Ravin comprenaient 4 galeries, avec allongements, suivant une couche calaminaire (à 50 % Zn), exploitée de 1900 à 1906.

Les gîtes de l'Ain Khol furent exploités de 1900 à 1906, puis, repris, de 1920 à 1926, par 3 niveaux, cotes 1.268, 1.283 et 1.300.

Les chantiers Romains sont nombreux et étendus : on y a exploité, essentiellement, une couche calaminaire de 15 à 20 cm. de puissance, par travers-bancs et descenderies, de 1904 à 1931.

Les gîtes d'Ain Nechma ont été exploités sporadiquement, de 1902 à 1920, par 5 chantiers.

Trois fours à calciner existaient à proximité des gîtes principaux. La mine a été arrêtée de 1931 à 1947 ; actuellement, on a repris l'exploitation calaminaire des gîtes Romains, Ravin et Aïn Nechma, et l'on a commencé l'exploitation du gîte plombeux Salah. D'autres recherches de plomb sont entreprises au chantier route, dans le quartier des Romains et au Sud d'Aïn Nechma. Un petit atelier d'enrichis-

sement a été installé et le four à calciner du Ravin, remis en état : la production annuelle est actuellement de l'ordre de 400 tonnes de calamine crue et 250 tonnes de galène.

La production totale, depuis l'origine jusqu'au 1er Janvier 1951, est de 14.000 tonnes de calamine calcinée à 55 % (8.000 tonnes de zinc-métal) et 400 tonnes de galène à 65 %.

Le permis de l'AZERED NORD-OUEST a été exploité, de 1899 à 1910, par divers puits et tranchées et a produit une centaine de tonnes de calamine pauvre (33 %), en 1905.

Le gîte de DAHER EL HAMAR a été exploité, de 1914 à 1928, par deux puits d'une cinquantaine de mètres de profondeur, avec allongements sur une centaine de mètres dans le filon, à 3 niveaux — 15 — 36 et — 46. Actuellement, les travaux ont été repris, et une petite recherche, à l'extrêmité ouest du premier niveau, par un puits de 6 m., est en plein minerai riche (galène). En 1948, on a commencé le traitement des haldes romaines de l'Henchir el Goussa par des moyens rudimentaires ; ce permis a produit 170 tonnes de minerai marchand à 60 % Pb.

Les permis de l'AZERED SUD-OUEST ont donné lieu à de petits travaux de recherches peu importants, par puits et tranchées.

DJEBEL EL HAMRA

(Planche 52)
(Planche-photos VI-4)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel el Hamra constitue le contrefort occidental de la plaine de la Foussana, dans le Centre-Ouest tunisien, à une quinzaine de kilomètres de la frontière algérienne. Les travaux, assez dispersés, se trouvent, cependant, tous au voisinage de la piste de Tebessa-Kasserine, à une cinquantaine de kilomètres de la station de Kasserine (Tunis à 290 km.). Cette piste rejoint la route du Kef à Gafsa, à 11 km. au Nord de Kasserine.

La montagne est abrupte, le point culminant étant à la cote 1.152, à quelque 400 m. au-dessus du niveau de la plaine et les divers gîtes s'étagent entre les cotes 800 et 950. Le massif lui-même est très découvert. La pluviométrie est faible, de l'ordre de 250 mm. par an, il y a quelques petites sources et puits insignifiants autour de la montagne.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district du Djebel el Hamra se trouve en bordure de plaines d'effondrement, à peu de distance au Sud-Ouest du petit massif triasique, qui le sépare du Djebel Azered, à une quarantaine de kilomètres vers le Nord-Est.

Le massif de l'Hamra est un dôme aptien, cerné de formations marneuses albiennes, probablement transgressives.

L'Aptien comprend une série épaisse (300 m.), d'alternances de calcaires siliceux, lumachelles, marno-calcaires et surtout dolomies (parfois épigenisées en quartzites). Le banc-repère à Orbitolines qui se trouve à la partie supérieure de la formation, au Djebel Azered, existe ici, au sommet 1.076 et ne reparaît pas sur les bords du massif, formés des dolomies qui lui sont inférieures.

L'Albien est formé de marnes foncées, avec minces intercalations de marno-calcaires et lumachelles. A la base, il présente une petite couche glauconieuse, d'aspect détritique, et semble arriver transgressivement, avec une petite discordance, sur des formations de l'Aptien moyen ; nous en avons conclu qu'il y avait eu une phase de plissement post-aptienne, avec, au moins, un haut-fonds lors des dépôts albiens.

Le recouvrement est surtout étendu sur les formations marneuses de la plaine et dans les vallées transversales (croûtes calcaires et dolomitiques).

TECTONIQUE

On avait d'abord émis l'hypothèse d'une faille en boutonnière dont on a des indices nets, surtout au Nord et au Nord-Est du massif, mais la présence de faciès détritiques à la base de l'Albien et l'allure tranquille de la série, dans la région du Kranguet ez Zitoun, nous ont conduit à supposer une transgression de l'Albien sur un Aptien déjà plissé ; par la suite, cette zone a dû être reprise dans tous les mouve-

ments successifs, ce qui expliquerait les failles à allure boutonnière de la région nord et les failles longitudinales méridiennes du flanc oriental.

Mais la montagne est découpée en trois blocs distincts par deux failles transversales WNW-ESE, bien marquées par les dépressions du Fedj el Fakkat et du Kranguet ez Zitoun ; de petits décrochements parallèles sont nombreux, surtout sur le flanc oriental, et paraissent en relation avec les zones minéralisées, ainsi que certaines fractures méridiennes, sans rejet.

GISEMENT ET MINERALISATION

Des indices de galène et de smithsonite sont disséminés et éparpillés dans tout le massif. Quelques petits gîtes de fractures, sans importance, existent dans les blocs nord et sud, mais les principaux sont des gîtes de substitution, localisés, soit dans les dolomies aptiennes du bloc central, soit dans les alternances à la base de l'Albien de la région de Bir el Forza.

On a ainsi du Nord au Sud :

I. — DANS LE BLOC NORD :

1. — Les 2 fractures minéralisées en calcite et baryte de l'*Aïn Settara.*

2. — L'affleurement du *bloc nord, flanc ouest* : substitution de smithsonite pauvre (24 % Zn), avec mouches de galène, dans une assise dolomitique subhorizontale.

3. — La fracture subverticale, N-S, à baryte, galène et chalcopyrite, du *point 1.006*, et les filets de galène du *point 847*.

II. — DANS LE BLOC MÉDIAN :

1. — Le groupe d'*Aïn Ali Lakdar :* substitution et filets de galène et baryte dans les bancs dolomitiques et dans les calcaires sous-jacents à des quartzites.

2. — Le groupe du *Kranguet ez Zitoun-Nord :* substitution de smithsonite pauvre (24 % Zn), avec mouches de galène, dans une assise dolomitique subhorizontale.

3. — Dans le chantier du *puits romain*, on a exploité une couche de 40 cm. de smithsonite plus riche.

4. — Le gîte de *Fedj el Fakkat-Sud :* substitution en galène dans un banc dolomitique d'une dizaine de mètres de puissance, E-W, à pendage 30° S ; la métasomatose se promène du centre au toit (marneux) de ce banc, avec une puissance de 10 cm. à 1 m. (15 % Pb de teneur moyenne) ; il n'y a pas (ou très peu) de cavités de dissolution ; cependant, on y a trouvé, au voisinage de flexures et de petits décrochements méridiens, noyées dans des terres argilo-ferrugineuses, toute une série de patates de galène (de 1 à 40 kg.), tapissées de petits cristaux de cérusite, et de forme biscornue évoquant nettement l'allure de cavités karstiques.

5. — Les divers indices de galène du flanc oriental, entre ce gîte et le Kranguet ez Zitoun, en relation avec de petits décrochements Est-Ouest.

III. — DANS LE BLOC MÉRIDIONAL :

1. — Le groupe du *Bir el Forza* qui comprend une couche calaminaire de substitution dans les calcaires, de direction NNW-SSE, à pendage 20° E, avec mouches de galène, et une fracture N 55 ° E, à pendage 20° E, au mur des marnes, à remplissage surtout plombeux (galène et cérusite).

2. — Les petits gîtes plombo-calaminaires de substitution, dans les dolomies du flanc méridional, à l'Est de l'Aïn Hamadi.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en très gros cristaux (alquifoux), peu altérée.
La CÉRUSITE n'existe guère que dans le gîte du Bir el Forza.

La SMITHSONITE est ferrifère et assez pauvre, parfois accompagnée de CALAMINE.
La CHALCOPYRITE est accidentelle (Fedj el Fakkat).
La BARYTE est à grosse maille.
Les DOLOMIES sont rougeâtres à assez gros cristaux.
La succession est la suivante :

Dolomitisation
Chalcopyrite
Baryte et *Galène*
Blende complètement oxydée par la suite en *Smithsonite*

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes du Djebel el Hamra ont été découverts en 1894. Des recherches en puits et tranchées, suivies d'une tentative d'exploitation à ciel ouvert, furent faites dans le groupe du Kranguet ez Zitoun, de 1894 à 1898, puis en 1902-1903 ; et, par suite de la basse teneur, ces chantiers furent définitivement abandonnés, après avoir produit une centaine de tonnes de calamine calcinée à 30 % Zn et 83 tonnes de galène à 66 % Pb, en laissant sur le carreau quelques centaines de tonnes de calamine crue à 24 % Zn.

En 1912-1914, des recherches par puits, tranchées et galeries étaient entreprises sur les gîtes du flanc oriental.

De 1921 à 1929, le concessionnaire portait son effort sur les chantiers d'Ali Lakdar et une petite exploitation en 3 carrières lui permettait de produire 52 tonnes de galène à 66 % Pb. Depuis 1929, la concession est complètement abandonnée.

En même temps, le permissionnaire des gîtes orientaux développait ses travaux du Bir el Forza, par une descenderie d'une centaine de mètres et 2 puits d'extraction, lui permettant de produire 27 tonnes de galène à 66 %. Les travaux étaient arrêtés de 1930 à 1937, puis ont été repris sporadiquement jusqu'en 1950 : à ce moment, seul le chantier du Fedj el Fakkat est en activité, la couche est exploitée par 3 galeries avec des remontages.

Sur le flanc Sud, une série de grattages furent pratiqués à ciel ouvert, de 1925 à 1929, avec une production de 4 tonnes de calamine et 8 tonnes de galène.

L'ensemble de la production des permis d'exploitation orientaux, de 1914 au 1er Janvier 1951, est de près de 200 tonnes de minerais marchands à 68 % Pb.

Le district du Djebel el Hamra présente donc de nombreux indices, très dispersés, de petits gîtes de substitution assez superficiels : il est vrai que l'on en est encore là au stade des recherches. La production totale en métal, n'est que de 230 tonnes de plomb et 30 tonnes de zinc.

SIDI MABROUK-AIN KHAMOUDA

(Planches 53 et 54)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces gîtes se trouvent sur le plateau qui surplombe la plaine de la Foussana vers le Nord-Est, entre Thala et Kasserine, à une vingtaine de kilomètres l'un de l'autre.

Ils sont desservis par la route N° 23 du Kef à Gafsa, Aïn Khamouda étant au bord de la route et Guemata à 2 km., à 24 km. de la station de Kasserine (Tunis à 300 km.) ; et Sidi Mabrouk se trouvant à 35 km. (dont 18 de bonne piste) de la station de Kalaa Djerda (Tunis à 235 km.).

Le relief est peu accentué : le plateau s'abaisse doucement vers la plaine de la Foussana, de Sidi Mabrouk (cote 975) à Aïn Khamouda (cote 780).

La pluviométrie est faible (400 mm. environ) ; dans la région de Sidi Mabrouk, l'eau est à grande profondeur (nappe de Sbiba) ; Aïn Khamouda est à proximité d'une petite source assez régulière, mais à faible débit.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ces deux petits districts se trouvent en bordure des digitations septentrionales de l'anticlinorium Zaghouan-Kessera, vers le Sud-Ouest, entre l'alignement Sekarna-Azered et l'alignement Semmama-Chambi.

Ils sont situés de part et d'autre du vaste synclinal miocène du Bled Zelfane, au contact avec les formations crétacées qui le bordent.

L'Emschérien apparaît, sous ces formations, à Sidi Mabrouk, et sous les grès d'Aïn Khamouda : il est formé de marnes à intercalations calcaires en dalles. Les marnes d'Aïn Khamouda ont fourni la faune coniacienne suivante : *Hemiaster Fourneli* Desh., *Echinobrissus pseudominimus* Peron et Gauthier, *Fusus Fagesi* Perv., *Trigonia scabra* Lmk., *Cyprina Barroisi* Coq., *Lavignon Marcouti* Coq., *Plicatula Ferryi* Coq. et *Lima subsimplex* Thom. et Per.

L'Emschérien de cette région a près de 1.000 m. d'épaisseur.

Le Campanien constitue les sommets du Koudiat Sidi Mabrouk : il comprend des calcaires massifs, à rognons de silex, en gros bancs (50 m.), surmontant des marno-calcaires rognonneux (50 m.).

On a rapporté à l'Eocène les dolomies jaunâtres à lits et rognons de silex qui surmontent le Crétacé à Sidi Mabrouk et apparaissent sous les grès de Guemata. Leur épaisseur est faible (10 à 20 m.).

Le Miocène est continental et discordant sur les formations antérieures ; formé de grès sableux grossiers à stratification entrecroisée, il peut atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur au centre du synclinal et s'amincit sur les bords.

Ces grès reparaissent dans deux gouttières synclinales très étroites, au Nord des failles de Sidi Mabrouk (dans les dolomies éocènes) et d'Aïn Khamouda (dans les calcaires emschériens).

Le recouvrement comprend surtout des croûtes calcaires et dolomitiques sur le plateau, et des alluvions sableuses, dans la plaine de la Foussana.

TECTONIQUE

La Foussana est, probablement, une plaine d'effondrement à failles bordières NW-SE, bien visibles à Guemata et Aïn Khamouda, accompagnées de fractures transversales, allant de NNW-SSE (dans les grès) à NNE-SSW, minéralisées, dans les dolomies de Guemata et les calcaires d'Aïn Khamouda.

A Sidi Mabrouk, c'est aussi une faille d'effondrement E-W, à pendage 70° N, en bordure d'une gouttière synclinale miocène très étroite, qui est minéralisée.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — SIDI MABROUK

E. BRUET considère le gîte de Sidi Mabrouk, comme l'imprégnation ferro-zincifère d'un éluvium antémiocène ; il jalonne cependant une faille E-W, à pendage 70° N, en bordure méridionale de la petite gouttière synclinale miocène et j'aurai tendance à le considérer comme un filon-faille de 30 à 40 cm. de puissance, avec remplissage de vides dans les grès et dans les dolomies éocènes ; il paraît limité au synclinal gréseux et n'est reconnu que sur 1 km. d'allongement et une cinquantaine de mètres en profondeur, avec quelques apophyses dans les grès et les dolomies.

Le gîte de Sidi Mabrouk comprend deux zones : l'une surtout riche en fer (limonite) et zinc (calamine et surtout smithsonite), l'autre surtout riche en silice et en alumine (alumogels) : le minerai est très pauvre (de l'ordre de 20 % Zn en moyenne).

II. — AIN KHAMOUDA

C'est un gîte de fractures transversales, NNE-SSW, à pendage variable, dans une barre de calcaires dolomitiques, avec remplissage de vides et coincement au toit et au mur marneux ; il y a aussi une dizaine de fractures, qui semblent dépendre d'une faille longitudinale, NW-SE, à pendage 60° N, limitant un petit compartiment effondré au NE avec un banc gréseux.

Guemata est un gîte analogue, mais la fracture NE-SW est minéralisée, là, dans les dolomies éocènes, au mur des grès miocènes, et se coince également en profondeur.

Les fractures et poches de décalcification d'Aïn Khamouda et Guemata comportent un remplissage d'argiles blanches et de calamine et smithsonite.

L'allure de ces trois gîtes, leur minéralisation exclusivement zincifère et leur proximité a conduit à les grouper ici.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Le fer est sous forme de LIMONITE ou STILPNOSIDÉRITE.
La SMITHSONITE est ferrifère, pauvre en zinc (20 %).
La CALAMINE est cristallisée en géodes dans la smithsonite.
L'alumine est sous forme de KAOLINITE et d'ALUMOGELS.
La silice est sous forme de QUARTZ, de CALCÉDONITE et d'OPALE.
E. BRUET donne la succession suivante (pour Sidi Mabrouk) :

Silicification des calcaires
Dolomitisation des calcaires
Formation d'un éluvium
Dédolomitisation et substitution au contact de l'éluvion.
Dédolomitisation et silicification des dolomies.

Il n'y a pas de raison de penser qu'on ait affaire à un gîte secondaire : la venue zincifère est probablement très récente comme dans la généralité des gîtes tunisiens.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Les gîtes de Guemata et Aïn Khamouda ont été découverts en 1899 et les recherches ont porté principalement sur les nombreuses fractures d'AIN KHAMOUDA, par tranchées et 7 galeries d'exploration dans la zone SE ; la concession fut alors instituée en 1902 et 2 fours à calciner construits ; mais ces travaux ayant montré la limitation des gîtes exploitables à quelques poches dans un seul banc, et la pauvreté des minerais, la mine fut aussitôt abandonnée, après extraction d'un millier de tonnes environ, laissées en stock.

De 1917 à 1920, de nouveaux travaux explorèrent les fractures de la zone NW et les stocks furent ainsi portés à près de 4.000 tonnes, qui furent vendues en 1925 et 1926 (surtout calamine crue et pauvre représentant 938 tonnes, seulement, de zinc-métal). Depuis 1920, tous les travaux ont été abandonnés.

II. — Le gîte de GUEMATA ne fut exploré sérieusement que de 1926 à 1929, par puits de 18 m. et 3 allongements dans la fracture, qui paraît se coincer rapidement; un essai d'exploitation en carrière a produit près de 300 tonnes de calamine à 26 % Zn.

III. — Le gîte de SIDI MABROUK, découvert en 1905, fut exploré, jusqu'en 1910, par une série de petites descenderies s'alignant sur plus d'un kilomètre, le long du filon; l'on détermina ainsi une zone plus riche, près du four, qui fut explorée par puits et descenderies ; de 1911 à 1914, divers allongements, aux 4 niveaux, produisirent 500 tonnes de calamine calcinée et un puits de 70 m. fut foncé dans les calcaires au Sud du gîte, en vue de l'exploitation.

La mine fut arrêtée de 1914 à 1925 ; puis, jusqu'en 1929, l'exploitation se développa, grâce à 7 niveaux à partir du puits d'extraction, aux cotes — 15, — 24, — 39, — 45, — 50, — 56 et — 70 : le 1er niveau, tracé sur 242 m., a reconnu 3 amas au mur (25.000 tonnes à 15 % Zn) ; le 2me niveau a suivi le filon sur une soixantaine de mètres (80 cm. de puissance à 17-20 % Zn) ; le 3me niveau a reconnu le filon principal (80 cm.), l'apophyse dans les dolomies et le flanc nord du sillon gréseux, qui serait minéralisé également (50 cm.) ; le 4me niveau a suivi aussi les deux filons de contact sur 70 m. ; le 5me niveau est sans intérêt ; le 6me niveau est tracé dans l'apophyse des dolomies (pendage 60° S) sur 45 m. ; le 7me niveau est resté dans les dolomies et paraît avoir démontré le coincement du gîte. Ces travaux ont permis de produire près de 2.000 tonnes de calamine pauvre, et démontré un tonnage d'une cinquantaine de mille tonnes.

En 1929 et 1930, des recherches ont été reprises, dans l'alignement du filon, par 6 descenderies qui ont reconnu le prolongement à 200 m. à l'Est du gîte principal (14-15 % Zn) et à 750 m. à l'Ouest. Depuis 1930, la mine est complètement abandonnée.

La production totale des trois gîtes représente 1.400 tonnes de zinc-métal.

TRAVAUX CONSULTÉS

E. BRUET. — *Recherches sur l'évolution continentale de quelques sédiments*, Thèse, Paris, 1932.

MASSIF DU CHAMBI

(Planche 55)
(Planche-photos V-5)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Kef Chambi est le plus haut sommet de la Dorsale tunisienne, et le point culminant de toute la Tunisie (1.544 m.). On accède aux mines, à partir du Bordj Chambi, sur la route N° 23 du Kef à Gafsa, à 10 km. de la station de Kasserine (Tunis à 280 km.), soit par une piste assez difficile de 14 km. (Kef Chambi), soit par la piste de Tebessa, sur 5 à 7 km. (Zebbeus et Agab).

Le Chambi se dresse à 800 m. au-dessus des plaines de la Foussana et de Kasserine, et ses pentes sont fort abruptes, avec de nombreuses arêtes rocheuses. Les gîtes du Kef Chambi se trouvent au voisinage du sommet, étagés entre les cotes 1.100 et 1.400, les autres gîtes sur les flancs N (Djebel Agab et Djebel Zebbeus, vers la cote 800) et E (Zemoumet Aïssa vers la cote 770 ; Sidi bou Laaba vers la cote 660).

La pluviométrie est assez faible, de l'ordre de 450 mm. par an, et l'eau est rare dans le massif : la laverie était alimentée par l'Aïn Trab (3 litres-seconde), à quelques kilomètres au Nord-Est. Au Kef Chambi, existe un petit puits vers la cote 1.300, mais les galeries voisines (1.223 et 1.169) sont sèches. Au Djebel Agab, le niveau hydrostatique se trouve vers la cote 720.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district du Chambi est situé sur l'une des digitations qui prolongent, vers le Sud-Ouest, la Dorsale tunisienne, à une centaine de kilomètres de la bifurcation. C'est la seule zone minéralisée importante de ce pli.

Le Chambi est un anticlinal crétacé, à noyau triasique, séparé de l'anticlinal plus régulier du Semmama, par la grande faille de Sidi bou Laaba. Il est situé entre les bassins effondrés de la Foussana et de Kasserine.

Le TRIAS comporte une brèche bariolée, gypso-dolomitique, à bloc de grès, argiles, cargneules, à cristaux de quartz enfumé, pyrite hématisée et dolomie.

L'APTIEN comprend : un complexe de marnes verdâtres, dolomies et grès, dont la base est, peut-être, barrémienne ..... 600 m.

L'ALBIEN INFÉRIEUR est constituée par des alternances de marnes et dolomies, surmontée d'un gros banc gréseux..... 100 à 150 m.

L'ALBIEN SUPÉRIEUR comprend des alternances, surmontées d'une grosse barre dolomitique..... 250 m.

Ces subdivisions sont uniquement basées sur les faciès pétrographiques.

Le CÉNOMANIEN est représenté par la série suivante :

a) Marnes gypseuses ..... 80 m.
Calcaires dolomitiques et lumachelles à *Exogyra columba* LMK., *Exogyra Delettrei* COQ., *Pecten Shawi* PERV. et *Mrhilaia nerineæformis* COQ..... 100 m.

b) Marnes à Huîtres : *Alectryonia Syphax* COQ., *Exogyra flabellata* GOLDFUSS et *Exogyra olisiponensis* SHARPE..... 80 m.

c) Calcaires dolomitiques à gros grains, avec quelques passées marneuses et marno-calcaires ..... 200 m.

Ce dernier terme constitue la série-magasin principale des gîtes du Chambi.

Le TURONIEN comprend :
alternances de calcaires et de marnes à *Astarte Seguenzae* THOMAS et PERON ..... 90 m.
calcaires sublithographiques et dolomitiques ..... 60 m.

L'EMSCHÉRIEN est surtout marneux, avec intercalations calcaires et lumachelles ; son épaisseur est très variable..... 100 à 300 m.

L'ATURIEN comprend des alternances de calcaires grenus blancs, de calcaires sublithographiques et de marno-calcaires..... 400 m.

Le MIOCÈNE, d'épaisseur très variable, comporte :
— conglomérat de base et argiles rouges gypseuses,
— grès, calcaires lacustres et marnes à couches de lignites.

Le recouvrement est particulièrement important dans les plaines d'effondrement (plus de 300 m.).

TECTONIQUE

L'anticlinal du Chambi est très faillé, et seul son flanc méridional est assez régulier.

Le flanc NW doit probablement son allure disloquée à la torsion du pli vers l'Est, la convexité de l'anticlinal étant tournée de ce côté : c'est pourquoi, peut-être aussi, les zones minéralisées sont cantonnées dans cette région, les fractures ayant eu tendance à rester ouvertes.

L'accident majeur de la structure est, sans doute, représenté par la lame triasique NE-SW, qui occupe une position à peu près axiale ; d'autres failles longitudinales existent de part et d'autre, dans les formations crétacées, et limitent les gradins qui s'abaissent vers les plaines d'effondrement.

Parmi les failles transversales, très nombreuses, NW-SE, la plus importante est probablement celle qui correspond à la trouée de Sidi bou Laaba, et qui est cachée sous le recouvrement. A l'Ouest, la faille d'El Garjouma rejette les formations crétacées du flanc nord-ouest, d'un kilomètre environ, vers le Nord.

Les fractures de glissement N-S et E-W sont certainement multiples, mais on ne les distingue guère que dans les travaux miniers.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le massif du Chambi présente essentiellement des gîtes de substitution, en baryte et galène, dans les calcaires dolomitiques favorables de la série crétacée, sur le flanc nord du noyau triasique.

On a, du Sud-Ouest vers le Nord-Est, les gisements suivants :

I. — KEF CHAMBI

1. — GITE 1.420. — Cette colline présente trois couches dolomitiques, à pendage 40° NW. de 15 à 40 m. de puissance, séparées par des intercalations d'une quin-

zaine de mètres d'épaisseur, dans le Cénomanien supérieur, et une petite couche semblable dans le Cénomanien inférieur. La substitution, en baryte et galène, bien développée aux affleurements, entre les cotes 1.250 et 1.400, sur une centaine de mètres en direction, ne paraît pas descendre : les niveaux 1.360, 1.320 et 1.280 n'ont retrouvé que des traces de minéralisation.

2. — Gite n° 1 (ou gite calcaire). — C'est le prolongement probable, vers le Nord-Est, du gîte 1.420, mais avec une seule couche minéralisée connue, et beaucoup plus riche, d'une puissance de 25 à 30 m., avec enrichissement en deux *colonnes* : l'une, au Sud, reconnue sur une centaine de mètres d'allongement et 80 m. de hauteur, avec une série de fractures de glissement E-W, de 8 à 15 cm., bien minéralisées en galène et cérusite ; l'autre à une cinquantaine de mètres vers le Nord, reconnue sur 130 m. en allongement, et sur une centaine de mètres de hauteur (20 à 30 cm. de puissance réduite en galène), avec une deuxième couche au niveau 1.223 (10 à 15 cm.). On est, là encore, dans les calcaires dolomitiques et les calcaires francs du Cénomanien supérieur : les épontes de la couche présentent souvent une zone plus riche, surtout le toit.

3. — Gite n° 2 (ou gite barytique). — C'est un gîte semblable, situé dans un bloc cénomanien, nageant sur le Trias : la couche substituée, surtout aux épontes, a 18 à 30 m. de puissance (avec des passées barytiques de 2 m.), et les zones minéralisées ont été reconnues sur 70 m. d'allongement et 90 m. de hauteur dans une *colonne sud*, et 20 m. de longueur et 40 m. de hauteur, dans une *colonne nord*, à 170 m. de la première.

4. — Gite Moralli. — C'est un gîte d'imprégnation et stockwerk, dans les dolomies albiennes grises, au voisinage du contact triasique ; cette zone est à 280 m. au Nord du gîte précédent, et présente des filets de baryte et galène de 10 cm., suivis sur une cinquantaine de mètres de longueur et 25 m. de hauteur.

5. — Au Nord, de l'autre côté de la lame triasique, un petit amas de substitution ferro-calaminaire existe dans les calcaires dolomitiques cénomaniens. A quelques kilomètres à l'Est, trois bancs aptiens sont également transformés en limonite, avec résidus de pyrite (*Djebel Zemoumet Aïssa*).

6. — La concession du Kef Chambi présente d'autres affleurements peu étendus : au Nord, dans les calcaires turoniens et les dolomies cénomaniennes (*Battoum es Siba*) ; à l'Est, dans des calcaires turoniens du *Fedj el Khadem* (substitution de galène et pyrite) ; au Sud, dans les dolomies albiennes du *barrage romain* (masse barytique à mouches de galène).

II. — Djebel el Agab

Dans ce monoclinal, se trouvent des gîtes identiques aux gîtes principaux du Kef Chambi, dont ils ne sont séparés que par la faille transversale d'El Garjouma : les dolomies aptiennes présentent des diaclases minéralisées en baryte et galène, ainsi que de petits amas plombeux au contact du Trias.

Mais les gîtes principaux, sont, comme au Kef Chambi, des couches dolomitiques cénomaniennes, substituées en baryte et galène : une *couche méridionale*, de 1 m. de puissance moyenne, à pendage 45° N, paraît surtout barytique, mais la *couche septentrionale*, de 1 à 7 m. de puissance, située à une quarantaine de mètres de l'autre, et étudiée sur plus d'un kilomètre de longueur, présente six concentrations principales de galène massive (avec vanadates de plomb), qui paraissent limitées par des fractures de glissement, d'allure générale N-S et E-W.

Dans le *quartier Bordj*, la couche, qui affleure vers la cote 800, avec un pendage de 20 à 40° N, a été rejetée en profondeur, vers le Nord, d'une vingtaine de mètres, par une petite faille longitudinale d'effondrement ; au-delà, elle a été recoupée, par sondage, vers la cote 675, à une quarantaine de mètres au-dessous du niveau hydrostatique.

Dans le *quartier Balitrand*, l'affleurement se trouve vers la cote 810, et la couche a été recoupée, par sondage, vers la cote 715.

III. — DJEBEL ZEBBEUS

C'est un lambeau du même monoclinal, contenant des gîtes identiques, mais moins riches, qui sont, d'Ouest en Est :

1. — QUARTIER ESPÉRANCE. — Imprégnations et stockwerks très irréguliers de baryte et galène dans un banc de calcaires dolomitiques aptiens, au voisinage du contact triasique ; cette zone, à teneur faible, a été reconnue sur une quarantaine de mètres de hauteur, une centaine de mètres de longueur et 5 m. environ de puissance.

2. — QUARTIER ERNEST. — C'est une seconde zone minéralisée dans les mêmes conditions que le gîte Espérance, à 700 m. à l'Est, et qui s'étend sur une centaine de mètres de longueur et 4 à 6 m. de puissance, avec une hauteur atteignant 40 m.

3. — QUARTIER A. — Substitution en galène et cuivre gris, avec remplissage de diaclases, au toit d'un banc dolomitique cénomanien, reconnue sur quelques mètres de puissance, avec une section de 800 m² environ.

4. — QUARTIER CALAMINE. — Le mamelon de l'Aïn Trab présente deux bancs dolomitiques, substitués en smithsonite ferrugineuse, de 25 à 50 cm. de puissance, et suivis sur une centaine de mètres : la teneur en zinc est très variable (de 6 à 40 %).

IV. — SIDI BOU LAABA

Les bancs dolomitiques aptiens de l'Oued el Hatab et du mamelon 730 présentent une substitution assez peu intense en galène, avec remplissage des diaclases, sur 3 à 4 m. d'épaisseur, avec une teneur inférieure à 2 % de plomb. Une faille méridienne, à remplissage de baryte, parfois plombeuse, a été reconnue sur 350 m., avec une puissance de 1 m. à 1 m. 50.

V. — CHAMBI-EST.

Les dolomies aptiennes du flanc oriental du Chambi renferment aussi quelques gîtes de substitution plombo-barytique : le gîte Sainte-Barbe se présentait en *colonne* de 30 m. sur 50, avec une puissance réduite de 0 à 30 cm. en galène, et croûtes de blende de 1 cm.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est le minerai principal : très peu oxydée, elle se présente, généralement, en gros cristaux (alquifoux), dans une gangue dolomitique ou barytique ; elle est assez peu argentifère (25 à 100 grammes à la tonne).

La BLENDE, très rare, n'a été signalée, en filets et en petits cristaux, qu'au gîte barytique du Kef Chambi et au Chambi-Est.

La PYRITE, toujours très oxydée, se présente en résidus dans les gîtes ferrifères et en mouches de substitution.

La CÉRUSITE est assez rare, avec, toujours, des résidus de galène ; elle se trouve, soit en amas grisâtres ou noirâtres, soit en petits cristaux.

L'ANGLÉSITE est connue en nodules blanchâtres, avec galène au centre, dans les parties oxydées du gîte du Djebel Agab.

La DESCLOIZITE et l'ENDLICHITE sont abondantes, en petits cristaux rhombiques noirs et prismes hexagonaux bruns, dans certaines zones d'oxydation du gîte du Djebel Agab.

La CALAMINE est assez rare, en rosettes de cristaux dans la SMITHSONITE ferrifère, assez pauvre, du Chambi et du Zebbeus.

La LIMONITE est brune ou rougeâtre, assez riche (50 à 60 % Fe).

La BARYTE est blanche, à très grosse maille, très répandue.

Les DOLOMIES sont, soit grises à grains très fin (inférieur à 100 microns), soit ferrugineuses, rousses, à grain beaucoup plus grossier.

Il faut signaler à la pointe nord-est du massif, la source chaude (35°) d'Hammam Zebbeus, chloro-sulfatée, magnésio-calcique (Cl = 28,8 — SO^4 = 11,02 — Mg = 37,76 — Ca = 22,4 en % du total anhydre) ; son débit moyen est de 2 l. 5 par seconde.

En résumé, on a, au Kef Chambi, des gîtes de substitution, assez spéciaux en Tunisie, et qui ressemblent beaucoup aux gros gîtes marocains (Mibladen, en particulier).

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Le massif du Kef Chambi a donné lieu à diverses exploitations antiques, à ciel ouvert ; près du Bordj Chambi, on a retrouvé des haldes et scories. Actuellement, les gîtes se répartissent entre les exploitations suivantes :

I. — KEF CHAMBI. — De 1899 à 1906, une vingtaine d'attaques furent ébauchées sur les divers affleurements ; puis, jusqu'en 1912, des travaux importants se développèrent sur les gîtes 1 (ou calcaire), et 2 (ou Moralli-barytique). Le gîte N° 1 fut reconnu, à partir des affleurements (cote 1.300), sur 100 m. d'allongement et 80 m. de hauteur, par les niveaux 1.284, 1.258, 1.240 et 1.223, dans la zone sud ; sur 150 m. d'allongement et 85 m. de hauteur, par les niveaux 1.265, 1.257 et 1.223 (avec descenderie jusqu'à la cote 1.203), dans la zone nord.

Le gîte N° 2 fut exploré dans sa partie supérieure (*gîte barytique*), à partir des affleurements (cote 1.295), par les niveaux 1.244 et 1.223 (sur 240 m.), avec une descenderie jusqu'à la cote 1.203 ; et dans sa partie inférieure (*gîte Moralli*), par les niveaux 1.207 et 1.187 au Nord, 1.137 et 1.114 au Sud, avec des allongements minéralisés de 20 à 70 m.

Diverses recherches furent attaquées vers le Sud-Ouest, aux cotes 1.315, 1.326, 1.335 et 1.340, et de l'autre côté du col, aux cotes 1.328, 1.322, 1.246, 1.217 et au Bir Encheïa.

Une voie ferrée de 7 km. et un câble aérien menaient le minerai jusqu'à la laverie gravimétrique, installée au pied de la montagne, et alimentée par une canalisation de plusieurs kilomètres, depuis l'Aïn Trab (3 litres-seconde).

La concession fut instituée en 1912, et jusqu'en 1921, les zones riches des deux gîtes principaux furent exploitées activement.

La mine fut abandonnée, alors, pendant quatre ans, puis, de 1925 à 1929, une petite exploitation fut reprise aux niveaux 1.258, 1.245 et 1.223, dans le gîte N° 1, au moyen d'une nouvelle laverie, montée à proximité des travaux, et alimentée par pompage depuis le Chambi-Bas. De petites recherches au niveau 1.114 et à Bir Hencheïa (galeries 1.302 et 1.155) restèrent sans résultat. Depuis 1929, l'activité de la mine se bornait à l'entretien de certains travaux et à une petite production de scheidage.

A partir de 1947, on effectua des recherches importantes, dans le gîte barytique (niveau 1.100), dans le gîte calcaire (niveau 1.166 et descenderie 1.223-1.192, avec petite exploitation) et surtout dans le gîte 1.420 (4 travers-bancs, cotes 1.360, 1.320 et 1.280) ; ces derniers furent arrêtés en 1950 ; on se cantonna à la reconnaissance du gîte calcaire par les niveaux 1.223, 1.169 et 1.166. Un atelier de flottation était monté en 1949, et on procèdait au traitement des haldes.

La production s'élève à plus de 11.000 tonnes de minerais marchands (cérusite et, surtout, galène), représentant 6.700 tonnes de plomb-métal, de 1912 au 1er Janvier

1951. A cette date, il reste quelque 30.000 tonnes de haldes à 3,5 % Pb et un tonnage probable de 30.000 tonnes dans les gîtes 1 et 2.

II. — Sur le flanc oriental du massif, quelques petites recherches furent faites de 1904 à 1921 : elles débutèrent par une trentaine d'attaques, puis, de 1909 à 1914, des travaux plus importants furent faits sur des gîtes plombeux (2 puits et 3 niveaux 760, 744 et 723) et ferrifères (décapage et puits, cote 1.200). Les travaux du plomb furent repris de 1918 à 1921 (traçage des niveaux 4 et 5), avec une production d'une soixantaine de tonnes (entre les niveaux 3 et 1), au moyen d'une petite laverie.

III. — Au DJEBEL AGAB, les travaux importants ne se développèrent qu'à partir de 1920, en une série de travers-bancs, étagés sur le flanc nord entre les cotes 750 et 820, avec allongements dans les parties riches de la couche-magasin. Actuellement, on a, d'Ouest en Est, les travaux suivants :

Oued Fathma : galeries et travers-bancs, cote 820 (avec 170 m. d'allongement).
Saint-Jean-Baptiste : niveau supérieur, cote 840, et travers-bancs, cote 778.
Balitrand-Ouest : 3 niveaux, cotes 816, 803 et 778, avec allongements.
Sainte-Anne : 2 travers-bancs (cotes 778 et 775).
Quartier du Bordj : travers-bancs, cote 758, avec allongements et remontages, et puits accédant au niveau 733.
Quartier Est : travers-bancs Louisa (cote 756) ; carrière Saint-Marcel et diverses galeries.

Tous ces quartiers comportent divers remontages et descenderies dans les gîtes. La plupart de ces travaux avaient été effectués de 1920 à 1931 ; ils sont repris et développés depuis 1937. En 1948, 3 sondages ont reconnu la couche barytique, en aval des quartiers Bordj (à 86 m.) et Balitrand Ouest (à 62 m.).

La production dépasse 1.800 tonnes de galène marchande ; il y a sur le carreau, 10.000 tonnes de mixtes à 5 % Pb.

IV. — Le DJEBEL ZEBBEUS présentait des travaux antiques assez importants et, dès 1899, des recherches furent amorcées dans le quartier A, où une petite exploitation à ciel ouvert se développa à partir de 1906 ; les recherches en galeries (cotes 786 et 763) ne furent pas très encourageantes, et les travaux se poursuivirent, au ralenti, jusqu'en 1930 (faisceau de galeries sous la carrière romaine ; traçage de la galerie 763, sur 900 m., à l'aplomb de tous les gîtes), avec quelques dépilages des zones riches dans les quartiers A et Espérance.

Depuis 1930, cette mine est en sommeil, malgré le traçage d'une nouvelle galerie de 1944 à 1947, et un glanage ayant assuré une petite production de 1937 à 1946. Le tonnage extrait est de 900 tonnes environ de galène.

V. — De petites recherches dans la région de SIDI BOU LAABA ont produit en tout 80 tonnes de galène, et, en 1947-1948, 140 tonnes de baryte.

Enfin, près du BORDJ CHAMBI, la reprise de haldes et scories antiques a donné 210 tonnes de minerais de plomb, de 1913 à 1918.

La production totale du massif du Chambi, en plomb-métal, s'élevait, au 1er Janvier 1951, à 8.700 tonnes, environ.

CHAPITRE VI

ATLAS TUNISIEN

Plis de la Tunisie centre-orientale

C'est, à peu près, la bordure, vers l'Est, de la Tunisie plissée. Cette dernière sous-zone s'étend sur une quarantaine de kilomètres de largeur et sur 350 km. de longueur, depuis le Cap Bon jusqu'à la frontière.

Elle comporte deux alignements de gîtes principaux : le premier, en direction tectonique normale, subparallèle aux précédents, et à 25 km. de distance de l'anticlinorium, comporte les gisements du *Trozza*, d'*El Abeïd* et d'*Aïn Noúba* ; le second semble diverger depuis le Cherichira, vers le Sud, en direction méridienne, avec les gîtes du *Loridga-Touila*.

Comme dans l'anticlinorium, on a des types de gisements divers, avec minéralisation, soit essentiellement plombifère, soit essentiellement zincifère (à l'exception du Touila).

DJEBEL TROZZA

(Planche 56)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Trozza est un massif important, émergeant littéralement de la plaine, à l'Ouest de Kairouan. On accède à la mine, située sur le flanc méridional de la montagne, par une piste de 13 km., qui rejoint la route de Sbeitla à Kairouan, à 23 km. de la station d'Hadjeb el Aïoun (Tunis à 210 km.).

Le massif, dont le point culminant se dresse à 997 m., domine la plaine de plus de 600 m. ; les affleurements du gîte principal se trouvent entre les cotes 638 et 920, le gîte François vers la cote 950. Les versants sont très abrupts, mais le sommet est assez doucement vallonné et couvert de broussailles.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 400 mm. par an, mais certains oueds de la plaine occidentale sont pérennes, et la mine est alimentée par un captage sur un affluent de l'Oued Berda (à 1.500 m. de la laverie).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le Trozza est le premier gîte important du pli Cherichira-Mrhila. C'est un dôme aptien aplati, déformé en pli faillé à flanc E inverse. Le flanc normal s'ennoie régulièrement sous des formations transgressives crétacées et tertiaires, en cuvettes synclinales. La faille, importante, est marquée par divers jalons triasiques.

Le TRIAS est formé d'une brèche bariolée très gypseuse, à blocs dolomitiques, gréseux ou argileux ; il apparaît sous le village minier et s'étend probablement sous les éboulis, le long du flanc Sud-Est du massif.

L'APTIEN comprend :

a) Marnes vertes à *Nerinea Pauli* COQ. avec intercalations gréseuses et marno-calcaires ..... plus de 50 m.
Alternances de calcaires dolomitiques et marno-calcaires..... 100 m.
Cette série constitue le mur de la zone minéralisée.

b) calcaires massifs subrécifaux en gros bancs, dolomitiques ou siliceux ..... 200 m.

C'est la série-magasin des gîtes du Trozza.

Le CÉNOMANIEN transgressif apparaît sur le flanc ouest, avec des marnes gypseuses à intercalations marno-calcaires très fossilifères (*Acanthoceras Martimpreyi* COQ.).

L'ATURIEN, formé de calcaires crayeux à Inocérames, avec intercalations marneuses, constitue quelques lambeaux du flanc inverse.

Il en est de même du LONDINO-LUTÉTIEN, représenté par des calcaires grenus à Nummulites.

Le LUTÉTIEN SUPERIEUR apparaît transgressivement sur les deux flancs ; il est formé d'alternances, avec lumachelles à *Ostrea multicostata* DESHAYES et peut atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

Il est surmonté, sur le flanc occidental, par l'OLIGOCÈNE supérieur (grès à dragées) et le PONTIO-PLIOCÈNE (conglomérats et argiles rouges), tous deux continentaux.

Le recouvrement comprend surtout des éboulis de pentes sur tout le pourtour du massif.

TECTONIQUE

Le dôme s'ennoie périclinalement vers le Nord et l'Ouest, sous des formations transgressives, donc sans contact anormal, mais la masse calcaire aptienne a certainement rejoué au cours des plissements successifs, entre mur et toit, et même à l'intérieur, d'un banc à l'autre ; c'est pourquoi on a des glissoirs nets au mur et au toit, avec indices de plomb tout le long du contact-toit à l'Ouest, ainsi que de pseudo-filons-couches dans les calcaires dolomitiques eux-mêmes, et au mur.

Les faciès transgressifs et la paléogéographie indiquent nettement, dans le cas du Djebel Trozza, une orogénèse complexe, avec une déformation antécénomanienne, une phase anté-lutétien inférieur, une autre anté-lutétien supérieur, le plissement anté-pontien, avec émersion, la phase majeure post-pontienne, avec formation du pli faillé, et, enfin, un rejeu important au Quaternaire ancien.

L'accident principal est naturellement la grande faille longitudinale, marquée par l'extrusion triasique qui pourrait avoir débuté dès l'Aptien. Dans le massif lui-même, existent d'autres failles et fractures longitudinales, dont l'une constitue le filon Trozza.

Un second système est marqué par des failles transversales à faible rejet, NW-SE, dont la principale est la faille d'El Ala : certaines agissent nettement sur le filon principal, démontrant ainsi leur postériorité.

Quant aux fractures de glissement, elles existent dans les zones minéralisées, en direction à peu près N-S ou E-W.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Le Djebel Trozza comporte essentiellement un superbe gîte filonien, et des gîtes de substitution qui n'ont pas encore été bien fouillés.

I. — LE FILON PRINCIPAL (dit *Trozza* ou *Portelli*) est une fracture bien ouverte, N 37° E, à pendage 45° W, avec une puissance atteignant 13 m. (dont 2 m. de puissance réduite), et des serrées complètement stériles. Elle a été suivie sur 1 km., environ, en allongement, avec, semble-t-il, deux zones particulièrement riches, et sur 150 m. de hauteur : le remplissage est essentiellement plombeux (filets de cérusite atteignant 50 cm. d'épaisseur) ; mais avec des zones calaminaires, par places, aux épontes, principalement dans la zone méridionale ; la gangue est argilo-ferrugineuse, parfois barytique.

Ce filon était limité, au Sud par la surface du sol, en profondeur par le contact marno-calcaire de l'Aptien inférieur ; vers le Nord, les travaux ont été arrêtés au niveau 887, mais il faut remarquer que la zone minéralisée François se trouve à quelques centaines de mètres en direction, vers la cote 950.

Au toit du filon principal, on a reconnu, au niveau 764, deux filons parallèles : le premier à 17 m., N 20° E, à pendage 50° SE, a été suivi sur 50 m. (il correspond, peut-être, à un filon de calcite et galène du niveau 805) ; le second, à 120 m., N 40° E, à pendage 50° SE, a été tracé sur 120 m. environ.

Enfin, au mur, a été exploité, entre les niveaux 670 et 686, un autre filon parallèle, N 30° E, à pendage 40° SE, et remplissage de cérusite et galène, à gangue ferrugineuse (0 m. 50).

II. — On a donné le nom de *filons interstratifiés* à des couches minéralisées au voisinage du filon principal, principalement dans l'Aptien marno-calcaire, et dont une partie, au moins, représente des gîtes de substitution ; la minéralisation y est également plombeuse. Ces gîtes existent surtout aux niveaux inférieurs, entre les cotes 613 et 670, et sous le niveau 8, entre les cotes 791 et 764 ; ils ont parfois une allure anticlinale.

III. — Le contact ouest, entre le village et El Ala, présente de nombreux indices de substitution en baryte et galène, dans les calcaires dolomitiques supérieurs. Il en est de même à El Ala et dans la zone François, mais, là, on a aussi des gîtes de substitution en smithsonite (El Ala) et blende (François).

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

Les gîtes filoniens sont extrêmement oxydés (jusqu'au niveau inférieur) ; par contre, les gîtes de substitution présentent surtout des sulfurés, même en affleurements.

La GALÈNE est en gros cristaux, soit en résidus dans les filons, soit en mouches de substitution dans les calcaires dolomitiques.

La BLENDE, très fine, rubannée, jaunâtre, est associée à la MARCASSITE fibreuse dans certaines zones des gîtes de substitution François.

La CÉRUSITE blanche, bleue, rouge ou noire, souvent finement grenue, constituait la presque totalité de la minéralisation plombeuse dans les filons. Elle est très peu argentifère (13 à 18 gr. à la tonne).

La SMITHSONITE est toujours polymorphe, soit terreuse et ferrugineuse (à 30 % de zinc), soit en masses rubannées plus riches (38 %). Dans la région d'El Ala, elle est accompagnée d'HYDROZINCITE.

La BARYTE est blanche, à grosse maille. La CALCITE secondaire est assez abondante dans les gîtes de substitution. Les CALCAIRES DOLOMITIQUES sont grenus.

La venue plombeuse est certainement postérieure aux venues zincifères.

On n'a aucune raison, ici encore, d'attribuer à la minéralisation, un âge différent de celui des gîtes de Tunisie septentrionale.

La démonstration d'une phase récente, avec rejeu de la grande faille, au Plio-Quaternaire ancien, nous inclinerait, au Trozza également, à paralléliser cette dernière phase avec les venues thermominérales.

Il faut enfin signaler, à proximité du filon principal, la présence d'une source chaude sulfureuse, à la cote 940.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les gîtes du Djebel Trozza sont connus depuis 1899 ; après une période de grattages, les travaux se développèrent, de 1904 à 1907, sur le gîte principal, qui fut étudié par 5 niveaux, mettant à la vue un tonnage marchand de 12.500 tonnes environ ; quelques petites attaques étaient faites sur les flancs de la montagne. La concession fut alors instituée en 1907.

Jusqu'en 1913, on s'occupa surtout d'exploiter les zones plombeuses riches du filon ; les niveau 1 à 5 furent cependant poussés, et les niveaux 6 à 9 attaqués. Par la suite, la direction des travaux fut menée plus rationnellement : deux fours de calcination furent installés en 1914, et tous les niveaux se développèrent parallèle-

ment à de nouvelles recherches (galerie Blanche et travers-bancs Portelli en 1913, travers-bancs Fortune au niveau 7 en 1917 ; niveaux 10 à 13, de 1920 à 1927).

En 1920, fut installée une laverie gravimétrique, dont le rendement fut toujours médiocre. De 1922 à 1930, les zones calaminaires furent exploitées, entre les niveaux 1 et 4 principalement. A partir de 1923, le gîte principal commençant à s'épuiser, on développa les travaux de recherches (travers-bancs Charles en 1923 ; carrière d'El Ala et poursuite du travers-bancs Fortune en 1925 ; découverte des *filons interstratifiés* par les niveaux 8 bis et 7 bis en 1927 ; carrière du niveau 1 et recherches Ouest en 1928 ; travers-bancs 7 (cote 771) et 9 (cote 817), d'El Ala, en 1930 ; recherches François, de 1928 à 1931).

Lors de l'arrêt en 1932, l'état d'avancement des travaux était le suivant, dans le gîte principal, de bas en haut :

— la galerie Portelli (cote 607) est une recherche sud sans résultat (108 m.) ;
— la galerie Charles (cote 612) a exploité le *filon interstratifié* principal ;
— la galerie Blanche (cote 640) est une recherche E sans résultat (280 m.) ;
— le niveau 1 (cote 640) a exploité divers *filons interstratifiés*, par de multiples recoupes, dans une zone de 200 m. sur 150 m. ;
— le niveau intermédiaire 1-2 (cote 659), avec une branche S-N de 90 m. et une NE de 130 m. ;
— le niveau 2 (cote 670) présente un réseau de galeries, développé sur 460 m. dans le filon principal, réunies par des recoupes E-W ;
— le niveau 3 (cote 686) exploita également le filon principal, dans la zone sud ;
— le niveau 4 (cote 707) s'étend sur 330 m. ;
— le niveau 5 (cote 728) a un développement de 700 m. ;
— le niveau intermédiaire 5-6 (cote 737) est un niveau d'exploitation de 200 m. ;
— le niveau 6 (cote 744) s'étend sur 650 m. dans le filon principal ;
— le niveau 7 (cote 764) s'allonge également sur 650 m. dans le filon, et sur 220 m. en recherche vers l'Est, par le travers-bancs Fortune ;
— les niveaux 7 bis et 8 bis (cotes 764 et 791) ont exploité un *filon interstratifié ;*
— le niveau 8 (cote 791) est le plus long (800 m. en direction), avec recoupes en croix ;
— le niveau 9 (cote 810) s'étend sur 525 m. ;
— le niveau 10 (cote 831) s'allonge dans le filon sur 300 m., on y accède par un
— travers-bancs W de 200 m. ;
— les niveaux 11 (cote 852), et 12 (cote 872), sur 220 m. et 140 m. dans le filon, ont été tracés à partir du niveau 10 ;
— le niveau 13 (cote 887), de 100 m. de long, était desservi par un travers-bancs NW.

Bien entendu, tous ces allongements comportaient d'importantes passées stériles. Ils étaient reliés par descenderies et remontages suivant la pente du filon.

La mine est restée en sommeil, de 1932 à 1936 ; puis les travaux ont été remis en état, ainsi que la laverie, et l'exploitation des remblais fut menée de pair avec des travaux au mur du gîte principal, dans les *filons interstratifiés* entre les niveaux 1 et 2, et un travers-bancs de recherches était attaqué à la cote 582, en 1938.

L'exploitation des remblais se termina en 1944, et la laverie fut arrêtée ; depuis, la mine est en sommeil ; signalons cependant, l'attaque, en 1949, de tranchées et galeries de recherches sur les gîtes de substitution François.

La production totale, de 1905 à 1947, est de 95.000 tonnes de minerais de plomb (surtout cérusite), et 3.600 tonnes de calamines calcinées (soit, en métal, 51.000 tonnes de plomb et 1.200 de zinc).

Travaux consultés

L. Calembert. — *Recherches sur le rôle des masses calcaires dans la tectonique de l'Atlas algéro-tunisien*, Bruxelles, 1941.
J. Morer. — *Rapports inédits* (1949).
G. Castany. — *Thèse* (1951).

DJEBEL EL ABEID

(Planche 57)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel el Abeïd est un petit chaînon qui sépare les plaines d'El Ala et d'Hadjeb el Aïoun, à 70 kilomètres à l'Ouest-Sud-Ouest de Kairouan. La mine est située sur le flanc nord, au-dessus de l'Oued Hateb, et on y accède par une piste de 25 km., assez mauvaise actuellement, depuis la station d'Hadjeb (Tunis à 210 km.).

La topographie est peu accentuée, ce chaînon culminant à 643 m., 200 mètres au-dessus du niveau de la plaine, les gîtes affleurent vers la cote 450.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 400 mm. par an, mais l'Oued Hateb coule, toute l'année, au pied de la mine.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce petit district est situé en direction Est-Ouest sur l'alignement Cherichira-Mrhila, à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest du Trozza.

Le Djebel el Abeïd est un anticlinal allongé, formé de terrains tertiaires, et émergeant entre deux plaines d'effondrement

Le Lutétien supérieur, dans l'axe, est formé de marnes gypseuses olive et lumachelles à *Ostrea multicostata* Desh. var. *strictiplicata* Raulin et Delbos et var. *bogharensis* Coq. in Nicaise.

L'Oligocène, continental, comprend :

— marnes gypseuses à bancs de grès,
— grès blancs ou gris en bancs massifs avec bois fossiles et lits de gros quartz roulés.

L'Aquitanien serait représenté par des gypses et marnes vertes avec bancs de sables rouges.

Ces deux zones constituent la série-magasin des gîtes du Djebel el Abeïd.

Le Burdigalien comprend des marnes vertes avec une barre de grès calcaires à Pectinidès.

Le Vindobonien est formé de grès blancs à dragées avec lits sableux.

Le Pontio-Pliocène, souvent discordant, comporte des conglomérats grossiers et des marnes sableuses rouges à Hélicidés.

Le recouvrement est important dans les plaines d'effondrement.

TECTONIQUE

L'anticlinal est déversé vers le Nord, et effondré par une grande faille longitudinale, d'allure générale Est-Ouest, mettant en contact les grès oligocènes, redressés à la verticale, et les lumachelles du Lutétien supérieur. D'autres failles, parallèles, existent dans le flanc effondré et présentent des brèches importantes, en particulier au contact Oligocène-Aquitanien.

Il n'y a pas de faille transversale importante dans la structure, mais la grande faille longitudinale semble bien affectée par une faille oblique, WSW-ENE, au voisinage des gîtes. Dans les travaux, on a des indices de fractures peu nets, étant donnée la nature des terrains.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les deux gîtes principaux se présentent en colonnes, situées à 300 mètres environ l'une de l'autre.

1. — Le GITE OUEST est situé dans une brèche gréso-barytique, de 1 à 3 m. d'épaisseur, au contact Oligocène-Aquitanien, reconnue sur une centaine de mètres de longueur et une cinquantaine de mètres de hauteur, mais avec des passées stériles et des zones riches, surtout au contact d'un banc marneux, où la puissance réduite moyenne était de l'ordre de 25 cm. de galène ; vers l'Ouest, on a reconnu une zone oxydée, à filets de cérusite de 2 à 10 cm.

2. — Le GITE EST se trouve dans une brèche, surtout gypseuse, à peu près sur le même contact, plus importante (de 2 à 10 m. d'épaisseur), reconnue sur 300 m. de longueur et 70 m. de hauteur, mais avec une minéralisation irrégulièrement répartie dans le gypse, en *patates* de galène.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE, peu oxydée dans le gypse, se présente en nodules, soit à grandes facettes, soit à grains fins.

La PYRITE est abondante dans certaines zones, mais elle est probablement d'origine sédimentaire.

La CÉRUSITE, noir-bleuâtre, compacte, à cristallisation très fine, est surtout répandue dans le gîte Ouest.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Des travaux de recherches ont été exécutés, de 1906 à 1908, sur le gîte Est, par 3 petits puits et le puits d'extraction, cote 438, avec 2 niveaux 432 et 414 ; une petite laverie fut installée et un permis d'exploitation institué en 1908.

Jusqu'en 1912, une petite exploitation, au-dessus du niveau 414, produisit 900 tonnes de galène ; le puits fut foncé jusqu'à 40 m., un troisième niveau attaqué, ainsi qu'un travers-bancs de recherches (cote 431) sur le gite Ouest.

La mine, abandonnée de 1912 à 1920, fut inondée jusqu'à 13 m. de la surface.

De 1920 à 1928, les travaux furent poussés activement : dans le quartier Ouest, traçage des niveaux 431, 414 et 400, et dans le quartier Est, fonçage du puits, jusqu'à la cote 370, et traçage des niveaux 432, 414, 398, 383 et 370. Les deux quartiers furent réunis au niveau du grand travers-bancs de base (cote 414) en 1925 et l'exploitation se développa dans les deux gîtes.

En 1928, les travaux du quartier Est furent suspendus et les recherches se cantonnèrent à l'Ouest, par traçages aux niveaux 414, 400 et 392 (par descenderie) où l'on reconnut une zone riche, entre les cotes 414 et 392, représentant un tonnage de 700 tonnes de galène, et qui s'enfonçait sous le niveau inférieur. Mais, en Novembre 1929, une malencontreuse recoupe vers le Nord provoquait l'inondation de la mine (par l'underflow de l'Oued Hateb) jusqu'à la cote 405. Une petite installation de pompage fut alors installée, mais la crise amena l'abandon de la mine en 1930.

La production s'élevait alors à 2.200 tonnes de galène à 63 % Pb, soit près de 1.400 tonnes de métal.

De petits travaux de recherches ont été exécutés de 1909 à 1927, à l'extrémité orientale du Djebel el Abeïd, sur de petits gîtes de substitution en galène, cérusite, pyrite et marcassite dans des marno-calcaires gypseux éocènes. Ils ont produit une quarantaine de tonnes de minerai à 47 % Pb.

TRAVAUX CONSULTÉS

G. CASTANY. — *Thèse* (1952).

AIN NOUBA

(Planche 58)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Djebel Nouba est un des contreforts du Djebel Selloum qui se dresse au Sud-Ouest de la plaine de Kasserine. On accède à la mine par une piste assez difficile, d'une dizaine de kilomètres, à partir de la route de Sbeïtla, à 3 km. de la station de Kasserine (Tunis à 310 km.).

Le massif est lui-même très abrupt, le signal étant à la cote 1.248, à quelque 600 mètres au-dessus de la plaine : les gîtes se trouvent vers la base de la falaise, entre les cotes 700 et 800.

La pluviométrie est faible, de l'ordre de 350 mm. par an : mais l'on est à 2 km. de l'Aïn Nouba, émergence, sur la faille, de la nappe aptienne, à la cote 660 (source assez importante, mais à débit très variable).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le district de Nouba est le dernier gisement important, vers le Sud-Ouest, du pli Cherichira-Mrhila-Selloum, à une cinquantaine de kilomètres au Sud-Ouest du Djebel el Abeïd.

Le Djebel Nouba est sur l'axe anticlinal Selloum-Maargaba, dont la partie centrale est effondrée : il comprend essentiellement des formations crétacées.

L'Aptien présente la coupe suivante :

alternances marneuses, avec grès et dolomies en petits lits	40 m.
banc de calcaire dolomitique	20 m.
marnes à Orbitolines, avec lits gréseux et dolomitiques	40 m.
calcaire cristallin roux (série-magasin à la base)	20 m.
marnes vertes et marno-calcaires à Orbitolines	10 à 15 m.
banc dolomitique blanc	6 à 10 m.
passée marno-calcaire	
banc de dolomie gréseuse (banc-repère + 40 des exploitants)	1 m.
marnes vertes à lits calcaires	2 m.

L'Albien comprend :

a) grosse barre gréseuse	150 m.
b) marnes dolomitiques et marnes vertes, avec lits gréseux	30 m.
banc de dolomie rousse	8 à 10 m.
marnes dolomitiques, à lits calcaires à Orbitolines	10 m.
banc de calcaire dolomitique	5 à 6 m.
marnes vertes à Orbitolines	5 m.

Le Cénomanien inférieur comporte :

alternances de calcaires et marnes	125 m.

banc calcaire puissant, avec lumachelles à : *Exogyra conica* Sow., *Exo-*

gyra columba LAM., *Alectryonia Syphax* COQ. et *Cerithium* aff. *tenouklense* COQ. ..... 60 m.

Le CÉNOMANIEN MOYEN est formé de marnes jaunes gypseuses à : *Exogyra flabellata* GOLDF., *Exogyra Delettrei* COQ. et *Alectryonia Syphax* COQ. ..... 90 m.

Le MIOCÈNE transgressif est représenté par des marnes, avec bancs de grès à stratification entrecroisée.

Le QUATERNAIRE de la plaine de l'Oued Hatab est très épais (plus de 300 m.).

TECTONIQUE

L'accident majeur de la structure est évidemment la faille d'effondrement d'Aïn Nouba, qui coupe obliquement la série, en direction W 10° S ; au Sud, les formations crétacées se présentent en anticlinal dissymétrique ; dans la zone minéralisée, elles sont subtabulaires.

Les failles longitudinales NE-SW et les failles transversales NW-SE découpent la région en une série de compartiments, plus ou moins effondrés les uns par rapport aux autres.

La faille du Chabet Nouba, qui limite le gîte principal, à l'Est, de direction à peu près méridienne, est probablement une fracture de glissement : elle ne semble pas minéralisée, contrairement à la faille longitudinale de Kala ez Zouatnine, qui limite l'affleurement vers le Nord-Ouest. La petite faille de la blende, ainsi que d'autres fractures E-W et N-S, qui parcourent les gîtes, sont, peut-être aussi, des fractures de glissement, ainsi que le filon Mechbour (E-W).

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — AIN NOUBA est un gîte de substitution typique, à la base d'un banc dolomitique de l'Aptien, en galène et surtout smithsonite, sur une épaisseur moyenne de 30 cm., et affleurant sur une centaine de mètres, obliquement à la falaise, avec une direction N 10° W et un pendage de 10° W.

La partie centrale pauvre serait inexploitable, mais de part et d'autre, c'est-à-dire au voisinage des failles qui encadrent le gîte, le *quartier Nord* (N° 6) s'étend sur près de 200 m. de longueur et une centaine de mètres de largeur (avec des passées de 30 cm. de smithsonite à 40 % au mur et 10 cm. à 20 % au toit, et un panneau où la smithsonite fait place à 20 cm. de galène massive) et le *quartier Sud* (N° 8), le plus important, sur 300 m. de longueur et 250 m. de largeur (avec des passées de 30 cm. à smithsonite compacte au toit et au mur, et terres calaminaires à baryte et galène au centre, certains passages étant uniquement calaminaires ou à filet plombo-barytique au toit ou au mur ; au Sud de la petite faille (6 m. de rejet), qui limite ce secteur au S, il semble que la même couche n'ait pas été oxydée (galène, blende, gypse, baryte et soufre), cette dernière zone n'a pas été suffisamment étudiée.

La faille de Kala ez Zouatnine, subverticale, est également minéralisée en smithsonite et galène et reconnue sur 40 m. de hauteur et une cinquantaine de mètres en allongement, avec des passages de 50 cm. de puissance. Enfin, signalons, dans le quartier Sud, la présence de 3 filonnets de galène, NW-SE, à pendage 50° NE, qui traversent la couche, et d'une fracture calaminaire N 75° E, avec substitution au voisinage, dans un banc inférieur à l'horizon habituel.

II. — Le gîte du CHABET EL MECHBOUR se trouve dans le Cénomanien inférieur : il comprend de petits filets de galène (1 cm.), au voisinage d'une faille trans-

versale à remplissage de smithsonite pauvre et cérusite ; de petites couches calaminaires de 15 cm. de puissance et un filon E-W, de 2 m. de puissance, à remplissage ferrugineux.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est en gros cristaux, peu oxydée, elle est très peu argentifère (25 grammes à la tonne).

La BLENDE n'est connue, actuellement, qu'en un point ; elle est brune, ferrifère, en petits cristaux, et, comme la smithsonite dans la zone oxydée, forme la majeure partie du minerai.

La CÉRUSITE est, généralement, en petits lits friables, parfois en petites masses compactes à éclat gris-bleuâtre.

La SMITHSONITE se présente sous deux aspects : soit ferrugineuse, pauvre, avec un peu de cérusite, soit en masses compactes, blanchâtres ou jaunâtres, parfois concrétionnées, assez riches en zinc (30 à 40 %).

Le SOUFRE est en petits cristaux dans les géodes de la blende.

La BARYTE, blanche, à grosse maille, est surtout associée au plomb.

La venue plombo-barytique est antérieure à la venue zincifère.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les rognons de galène, épars le long de la falaise, avaient attiré l'attention depuis longtemps ; mais ce n'est qu'en 1908 qu'on détermina la couche calaminaire ; celle-ci fut reconnue, alors, par une série de galeries, ouvertes tout au long de l'affleurement, et la concession fut instituée en 1911. Les recherches principales du permis voisin (Mechbour) datent de la même époque, mais elles furent définitivement abandonnées en 1913.

En 1911-1912 furent installés trois fours de calcination, une laverie et une centrale, et l'exploitation se développa, grâce à un quadrillage de galeries et descenderies, à partir de la galerie de roulage N° 8, ou galerie ouest (cote 760), tracée en bordure occidentale de la zone exploitable du quartier sud.

De 1920 à 1922, des travaux de recherches furent effectués sur la zone nord, par un réseau de galeries et descenderies, à partir de la galerie N° 6 ; sur la faille de Kala ez Zouatnine, au voisinage, par trois puits (dont un de 40 m.), avec allongements ; sur la zone sulfurée, au Sud du gîte, à l'extrêmité méridionale de la galerie de roulage de 600 m., par un allongement de 20 m. ; et, enfin, en direction de la faille du Chabet Nouba, par une galerie, cote 820.

Par la suite, seules les recherches du quartier nord furent poursuivies, avec une petite exploitation dans le chantier N° 6, parallèle à celle du quartier sud. La mine est abandonnée depuis 1931.

La production totale a été de 19.000 tonnes de calamine calcinée et 2.350 tonnes de galène (soit, en métal, 6.300 tonnes de zinc et 1.400 tonnes de plomb). Il reste 8.000 tonnes de haldes calaminaires à 20 % Zn.

Des sondages sont en cours (1950), en vue de rechercher la couche vers le Nord-Ouest, de l'autre côté de la faille de Kala ez Zouatnine.

TRAVAUX CONSULTÉS

A. ROUMIGUIÈRES. — *Feuille de Kasserine au 1/50.000e (carte et notice)*, 1941-42.
R. FELENC. — *Rapport inédit* (1949).

LORIDGA-TOUILA

(Planche 59)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ces gisements se trouvent sur les derniers chaînons de la Tunisie centrale vers l'Est, en bordure occidentale de la plaine de Kairouan. Ce sont les plus méridionaux des gîtes plombo-zincifères importants de Tunisie. Les installations du Loridga et du Touila sont situées à la base orientale du massif, à 12 et 4 km. de la station de Sidi Saad (Tunis à 250 km.).

Ces chaînons sont assez abrupts : le Kef Touila culmine à 665, à plus de 400 mètres au-dessus du niveau de la plaine ; les affleurements se trouvent vers la cote 260 (Loridga) et vers la cote 500 (Touila).

La pluviométrie est très faible, de l'ordre de 250 mm., et la laverie du Touila avait été installée à proximité de l'Oued Zeroud, à 4 km. des gîtes ; dans les travaux, le niveau hydrostatique a été rencontré à la cote 220 (1 litre-seconde environ). Au Loridga, il se trouvait primitivement à la cote 258, où l'on avait une petite source (0,3 à 1 litre-seconde) : au cours de l'exploitation, il a été abaissé à la cote 227 (1943).

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce district se trouve en bordure de la plaine d'effondrement de Kairouan, sur le dernier pli de la Tunisie centre-orientale vers l'Est. Le massif comporte essentiellement l'anticlinal crétacé du Kef Touila, cerné de formations tertiaires, et, en bordure de la plaine, le pli faillé complexe du Seffah el Beïda, deuxième anticlinal crétacé déversé avec lambeaux jurassiques et triasiques.

Le TRIAS, qui est représenté par une brèche argilo-gypseuse, à blocs de calcaires dolomitiques, noirs et de grès phylliteux au Touila, rappelant les lames extrusives de Tunisie septentrionale, semble beaucoup plus régulièrement lité au Loridga, où les travaux donnent la coupe suivante :

Banc massif de gypse
Argiles noires et rougeâtres
Calcaires dolomitiques gris (qui sont peut-être déjà liasiques ou infraliasiques).

Au Loridga, existe, entre Trias et Jurassique, une zone de broyage, avec brèche de friction, et la minéralisation s'est répandue dans cette zone et aux épontes (surtout dans les dolomies triasiques).

Le JURASSIQUE est représenté par des lambeaux de calcaires dolomitiques blancs subcristallins, surmontés d'alternances de marnes et de marno-calcaires, qui, sur 50 mètres, constituent le Tithonique supérieur-Berriasien, à *Berriasella Callisto* D'ORB. et *Himalayites du groupe Breveti* POMEL.

Au-dessus, le NÉOCOMIEN est connu par des argiles, avec bancs gréseux, surtout abondants au sommet, avec *Neocomites neocomiensis* D'ORB., *Terebratula valdensis* DE LOR. et toute une faune de Lamellibranches.

L'ALBO-APTIEN, bien développé dans l'axe des deux anticlinaux, est constitué d'alternances de grès sableux blancs ou gris et de dolomies rousses.

La série se termine au sommet, par une grosse barre de dolomies gris-bleu, à patine rousse, que l'on peu attribuer à l'ALBIEN. Cette dernière formation constitue la série-magasin des gîtes du Touila.

Au-dessus, l'ATURIEN transgressif ne s'est déposé que dans l'anticlinal du Kef Touila, sous forme de calcaires blancs, en bancs alternant avec des marnes claires, à *Inoceramus regularis* D'ORB. et *Stegaster altus* SEUNES.

L'EOCÈNE, généralement transgressif sur l'Albo-Aptien, débute par les marnes grises paléocènes, de puissance variable selon les coupes. Les calcaires londino-lutétiens qui les surmontent, présentent d'importantes variations de puissance, en relation étroite avec des modifications de la sédimentation. Celles-ci sont liées à des déformations tectoniques locales. La série se termine par les marnes gypseuses et calcaires à lumachelles du Lutétien supérieur.

L'OLIGOCÈNE est représenté par des alternances de marnes gypseuses olive et de grès roux à petites Nummulites, avec *Pecten arcuatus* (BROCCHI), *Pseudamussium corneum* (SOW.) var. *tunetanum* LOCARD, *Nummulites intermedius-Fichteli* MICH. et *Pycnodonta Brongniarti* (BRONN).

Au sommet, l'étage se termine par des grès grossiers continentaux à bois fossiles. La fin du cycle est marquée par des sables rubéfiés et des gypses, bien développés sur le flanc W du Kef Touila.

La transgression du BURDIGALIEN, débutant par un conglomérat quartzeux, est très nette. La barre gréseuse a fourni des Pectinidés (*Chlamys catalaunica* ALMERA et BOFILL et *Pecten convexior* ALMERA et BOFILL).

Le VINDOBONIEN peu puissant, gréseux à la base, est peu développé.

Localement, on note quelques lambeaux de conglomérats PONTIENS.

Le recouvrement est important dans la plaine.

TECTONIQUE

La structure complexe du Touila est due à la réunion des plis du Zaouia (SW-NE) et du Nara (S-N) ; elle est plus ou moins déversée vers l'Est, et accidentée de failles importantes : l'accident majeur est, sans doute, le pli faillé, N 40° E, déversé à 45° en bordure de la plaine, et marqué, au Touila, par une lame triasique; vers le Nord, les lambeaux jurassiques sont en relation avec cet accident.

Une autre faille longitudinale, N 20° E, à faible rejet, affecte l'anticlinal du Kef Touila, en relation avec les failles obliques, à allure de fractures de glissement N 65° E, dont l'une, la faille de l'Oued el Ayadi, semble jalonnée par les gîtes principaux de la structure.

Enfin, des failles transversales découpent le massif : la faille du Kef el Henndi, au Nord, N 65° W, en relation avec les lames triasiques et les fractures de glissement N-S, qui cernent le Loridga ; la faille de l'Oued Sebba, N 20° W, au Sud, sont les plus importantes, avec des rejets de 5 à 800 mètres.

GISEMENTS ET MINERALISATION

Les gîtes principaux du Loridga, au Nord-Est, et du Touila, au Sud-Ouest, sont à une distance de 6 km. et, bien qu'ils semblent tous les deux en rapport avec la faille de l'Oued el Ayadi, qui prend toute la structure en écharpe, il ne paraît pas y avoir de relation entre eux : le gîte du Loridga est au voisinage d'une brèche tectonique, entre Trias et Jurassique, limitée par des fractures de glissement N-S ; le gîte du Touila, en terminaison périclinale, est haché de petites failles à l'intersection de deux accidents.

I. — DJEBEL LORIDGA

1. — Le *gîte principal*, au Sud, est un gîte de substitution en galène, au voisinage du contact Trias-Jurassique, dans les formations dolomitiques blanches du toit, et, principalement, dans les dolomies grises du mur (attribuées au Trias), avec une zone riche, assez constante, au mur de ces dolomies. Le pendage, assez faible à l'affleurement (30°), donne au gîte une allure de fer à cheval, avec des concentrations lenticulaires (tout-venant à 7-8 % Pb), séparées par des zones pauvres : les deux *colonnes* principales ont une cinquantaine de mètres d'allongement, avec une puissance très variable, la zone substituée pouvant atteindre 17 m. d'épaisseur ou bien se réduire à 1 m. environ, au contact des marnes du mur. En profondeur, le gîte est reconnu, depuis les affleurements, cote 260 environ, jusqu'à la cote 211, avec des ondulations et des plateures (en particulier, entre les niveaux 240 et 222), qui lui donnent une grande extension.

A une trentaine de mètres au-dessus de la couche principale, deux bancs jurassiques présentent aussi une légère substitution en galène.

2. — Sur le versant nord-ouest, existent, dans les calcaires dolomitiques jurassiques, une série de petits *filons ferro-calaminaires*, d'allure générale N-S, avec substitution en galène, aux épontes. Deux de ces filons, étudiés par des niveaux inférieurs, sur 20 à 30 m. d'aval-pendage, semblent se réduire en profondeur.

II. — DJEBEL TOUILA

Là aussi, on a affaire à des gîtes de substitution, mais à prédominance de zinc, et dans les dolomies supérieures de l'Albo-Aptien. Les divers indices et les gîtes principaux s'alignent, en direction SSW-NNE, sur près de 1.500 m., au voisinage de la faille de l'Oued el Ayadi, qui traverse ensuite obliquement le synclinal éocène, pour se terminer à 5 km., à proximité du Djebel Loridga.

1. — Au TOUILA NORD, ont été étudiés, assez superficiellement, divers indices calaminaires, dont deux zones lenticulaires de 100 m^2 et 600 m^2 de section, avec une puissance de 35 cm. à 1 m. 30, la dernière comportant un filet plombeux de 25 cm. d'épaisseur (*Caroubier*). Le chantier du *ravin*, plus important, a exploré une couche de substitution mixte, N 30° E, à pendage 55° SE, jusqu'au niveau hydrostatique, soit sur 87 m. de profondeur, avec une longueur de 25 m. (limitée par failles) et une puissance allant de quelques centimètres à 2 m. 20. Les sulfurés ont fait leur apparition à une trentaine de mètres de profondeur.

2. — Le gîte du TOUILA SUD (à 1 km. au Sud du gîte du Ravin) est situé à la partie méridionale d'un petit chaînon dolomitique, en terminaison périanticlinale très aigüe, à pendages SW, S et SE, augmentant rapidement en profondeur (de 20 à 70°) ; il y a trois couches minéralisées dans les bancs dolomitiques, généralement au mur d'un filet ou d'un niveau marneux. Là aussi, la minéralisation est lenticulaire, en *colonnes* de 10 à 50 m. de longueur, avec une puissance moyenne de 30 m. ; l'extension en profondeur est très irrégulière ; mais, d'une *colonne* à l'autre, la minéralisation a été reconnue, des affleurements, cote 400 environ, jusqu'à la cote 262. Les sulfurés ont fait leur apparition à une quarantaine de mètres de profondeur, et dans l'ensemble, il y a deux fois plus de zinc que de plomb.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est assez grosse (plusieurs millimètres), peu oxydée, non argentifère.

La BLENDE est brunâtre ou jaunâtre, subcristalline, à gros grains ou en larges facettes ; elle a été relativement peu oxydée.

La PYRITE et la MARCASSITE sont rares, elles ne semblent avoir été rencontrées, en boules et en filets, que dans les niveaux inférieurs du Touila Sud.

La CÉRUSITE, noir-bleuâtre, compacte, à cristallisation très fine, est assez rare.

La SMITHSONITE, très polymorphe, se présente généralement en masses compactes, rubannées, blanchâtres ou rougeâtres, assez riche (30 à 45 % Zn).

CALCITE et QUARTZ sont peu abondants.

Les DOLOMIES substituées sont : soit grisâtres, à patine noire, bréchiques, à ciment très fin et petits fragments anguleux (Loridga), soit blanchâtres ou grisâtres, grenues (100 microns à 1 mm.) au Touila.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

I. — Au LORIDGA, existaient des tranchées antiques, avec déblais importants à 15-20 % Pb. De 1898 à 1905, de petits travaux de recherches, en tranchées, puits et galeries, furent exécutés sur le versant nord-ouest, avec un travers-bancs, cote 300, de 142 m., en vue d'étudier de petits affleurements calaminaires.

Le permis d'exploitation fut institué en 1905, et une tentative d'exploitation ébauchée sur le gîte sud, en 1907-8 ; mais, ce n'est guère qu'à partir de 1918, que se développèrent les travaux : on exploita d'abord, à ciel ouvert et en galerie, les deux filons principaux du versant nord (1919), mais ce quartier fut rapidement abandonné pour le gîte sud, qui fut exploré, successivement, par les niveaux 255, 251 et 247, avec exploitation de l'amont-pendage, jusqu'en 1926. De petits puits permirent alors d'étudier l'aval-pendage, avec les traçages 243, 240, 237, 233 et 221 ; et l'exploitation se poursuivit jusqu'au niveau 233.

En 1927, un petit atelier d'enrichissement avait été installé, mais la crise amena la suspension de l'exploitation en 1929, puis l'arrêt des travaux en 1930, après diverses recherches aux niveaux 256, 250 et 247, le fonçage d'un puits d'extraction jusqu'à la cote 226, et des travaux préparatoires, en dessous du niveau 233.

Jusqu'en 1937, on se contenta d'entretenir les travaux et d'assurer l'exhaure : le puits fut ensuite poursuivi jusqu'à la cote 210, avec traçages du niveau 211 et exploitation de l'amont-pendage du niveau 221. Une laverie gravimétrique et une centrale avaient été installées.

En 1942, la campagne de Tunisie amena l'abandon des travaux, noyés jusqu'à la cote 227, et la destruction des installations. Depuis 1948, on prépare la reprise de la mine, par relevage du niveau 247, fonçage d'un nouveau puits jusqu'à la cote 200 et installations nouvelles (centrale et laverie).

Le tonnage total, extrait au 1er Janvier 1951, s'élevait à 4.600 tonnes de galène à 69 % (soit 3.200 tonnes de plomb-métal).

II. — Les travaux du TOUILA-NORD ne furent jamais très développés ; de 1900 à 1904, quatre recherches s'alignaient sur 450 m. : A et B : petites galeries vers la cote 460, avec descenderie et puits ; C et Caroubier : galerie et puits vers la cote 480; et surtout chantier du Ravin, avec une descenderie d'extraction et 5 niveaux, entre les cotes 440 et 386.

La concession fut instituée en 1904, un four de calcination installé ; et, durant une année, le gîte du Ravin fut dépilé (3.000 tonnes de minerais marchands, environ), avec recherches infructueuses, en aval-pendage du 5^{me} niveau (jusque vers la cote 350). Pendant les années suivantes, la mine se trouva à peu près inactive. De 1910 à 1914, le chantier du Ravin fut repris par un puits de 87 m., (jusqu'au niveau hydrostatique), une descenderie et 2 niveaux — 27 et — 57, et quelques centaines de tonnes de calamine furent encore enlevées.

Les travaux furent, à nouveau, abandonnés jusqu'en 1923, puis l'activité se porta, au Sud, sur le chantier Beïa, avec diverses galeries de recherches vers la cote 440, ainsi qu'un travers-bancs, cote 380 ; ce quartier a fourni également 5 à 600 tonnes de calamine crue (à 35 % Zn).

La mine fut complètement abandonnée en 1927, après avoir produit, en tout, 4.000 tonnes de calamines diverses, 180 tonnes de blende, 200 tonnes de mixtes, et 75 tonnes de galène (soit, en métal, 1.300 tonnes de zinc et 80 tonnes de plomb). La concession fut annulée en 1947.

III. — Au TOUILA-SUD, les affleurements furent étudiés, de 1900 à 1906, par des travaux superficiels et quatre petits travers-bancs ; un four à calciner avait été installé, et le permis d'exploitation fut institué en 1906.

Par la suite, on procèda à un petit dépilage à ciel ouvert, puis à des recherches en profondeur, par descenderies, galeries et un puits de 45 m., à la cote 496. L'exploitation se développa à partir de 1910, et le puits fut foncé jusqu'au niveau hydrostatique (cote 220). Une laverie gravimétrique avait été installée, et le gîte fut exploré en descenderies, à partir du niveau 374, avec les traçages 374, 354, 342 et 320.

L'exploitation, au-dessus du niveau hydrostatique, avait produit quelque 6.000 tonnes de minerais marchands. Une galerie d'écoulement de 926 m., à la cote 299, fut alors exécutée, de 1917 à 1924 ; la laverie, qui était arrêtée depuis 1914, fut remise en état en 1925, et les travaux d'exploitation furent repris par puits et descenderies, jusqu'aux niveaux 282 et 262. Les recherches se poursuivaient, par allongements des galeries, cotes 342 et 320.

Les travaux furent interrompus par la crise (de 1930 à 1936), puis par les opérations militaires, en 1943, et n'ont pas été repris.

La production s'élevait alors à 2.500 tonnes de calamine, 10.500 tonnes de blende et 3.800 tonnes de galène (soit, en métal, 6.400 tonnes de zinc et 2.900 tonnes de plomb). La concession a été annulée en 1950.

La production totale de ce district, en métal, s'élève, au 1er Janvier 1951, à 7.700 tonnes de zinc et 6.200 tonnes de plomb.

TRAVAUX CONSULTÉS

G. CASTANY. — *Thèse* (1951).

CHAPITRE VII

PLATE-FORME SAHARIENNE

Il était intéressant de décrire l'unique gîte plombo-zincifère de cette zone tabulaire. Il se trouve dans le petit chaînon anticlinal, Est-Ouest, du *Tebaga*, à près de 150 km. au Sud du gisement le plus méridional de l'Atlas tunisien (Mezzouna) ; c'est un petit gîte filonien, essentiellement zincifère.

DJEBEL TEBAGA

(Planche 60)

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Tebaga est tout à fait excentrique par rapport aux autres gîtes tunisiens : il se trouve, en effet, à une centaine de kilomètres au Sud de Gabès ; on accède à la mine par une piste débouchant sur la route des Matmata à Metameur, qui rejoint la route du Sud tunisien, à 68 km. de Gabès (Tunis à 405 km.).

Le relief est très peu accentué : les points culminants du Djebel Tebaga sont vers la cote 375, à 150 m. en dessus de l'Oued Tebaga, à proximité duquel se trouve le gîte, vers la cote 245.

La pluviométrie est très faible et la région est complètement dépourvue d'eau ; climat et végétation sont désertiques.

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Ce petit district est situé sur un pli E-W, comportant une boutonnière de Permien, recouverte transgressivement par des formations secondaires subtabulaires.

Le Djebel Tebaga représente la partie méridionale de l'anticlinal permien, dont le flanc nord est caché à peu près entièrement sous le Cénomanien ; son axe, à peu près WNW-ESE, passerait à 2 ou 3 km. au Nord du gîte, aux environs de la route des Matmata.

Le PERMIEN présente la série suivante :

— Assise de schistes rouges, avec petits lits gréseux et calcaires à *Fusulina tunetana* H. DOUV.
— grès ferrugineux, avec calcaires à *Neoschwagerina globosa* YABE.... 500 m.
— Dolomie inférieure ..... 150 m.
— Alternances de grès et calcaires crinoïdiques à *Cyathocrinus permiensis* VALETTE, *C. kattaensis* WAAGEN et *Martinia* ..... 200 m.
— Dolomie supérieure ..... 250 m.

Le gîte du Tebaga se trouve dans cette dernière formation.

Le TRIAS est représenté par des grès et schistes rouges.

Le CÉNOMANIEN est tabulaire, donc très discordant sur le Permien ; il comprend un conglomérat de base, surmonté d'une série d'alternances de dolomies, marnes, gypses et lumachelles à *Exogyra flabellata* GOLDFUSS.

TECTONIQUE

Cette région présente une phase tectonique paroxymale postriasique, mais d'autres phases postjurassiques et postcénomaniennes sont marquées par des failles.

Le Permien du Tebaga est affecté par de petites failles longitudinales et transversales, qu'il est difficile de dater.

Toutes les failles importantes, connues dans la région, sont postcrétacées ; d'ailleurs, on n'a aucune raison d'assigner à la minéralisation des fractures du Permien, un âge différent de celui des autres gîtes tunisiens.

GISEMENTS ET MINERALISATION

I. — Le TEBAGA est essentiellement un gîte filonien, dans des fractures transversales, méridiennes, à pendage 80° E, dans les dolomies supérieures, avec, au voisinage, remplissage ou tapissage de grottes et substitution dans certains bancs E-W, au toit de marnes.

La plupart de ces fractures se ferment à une dizaine de mètres de la surface : trois, plus importantes, ont été suivies sur 100 à 200 m. de longueur et une quarantaine de mètres de hauteur, avec un remplissage gypso-ferro-calaminaire, à mouches de galène, atteignant 1 m. 50 de puissance.

II. — OUM EL AFIA, à 4 km. au Nord-Ouest, est, par contre, essentiellement un gîte de substitution ferro-calaminaire dans un banc calcaire de la base du Cénomanien, présentant des affleurements sur 3 à 400 m., fouillés sur quelques mètres de profondeur, en 2 ou 3 points seulement.

MINERALOGIE ET METALLOGENIE

La GALÈNE est peu abondante (le rapport plomb sur zinc au Tebaga est de 1 sur 8), en gros cristaux et en filets ; elle n'est pas argentifère (4 grammes par tonne).

La BLENDE, mielleuse, à larges facettes, n'a guère été rencontrée qu'en échantillons dans les niveaux inférieurs.

La SMITHSONITE constitue la majeure partie du minerai ; elle est : soit feuilletée, souvent blanche et alors, assez riche en zinc (40 %), soit ferrugineuse et concrétionnée (30 % Zn).

Elle est accompagnée d'HYDROZINCITE et de CALAMINE cristallisée en rosettes dans les géodes.

La gangue est calciteuse, gypseuse ou barytique.

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Ces gîtes furent découverts en 1906, mais les recherches se cantonnèrent immédiatement au Tebaga. Jusqu'en 1912, une fracture fut étudiée par 5 puits, vers la cote 240, et descenderies avec allongements et une petite exploitation. De 1912 à 1920, les travaux de reconnaissance se développèrent sur les deux fractures principales, par allongements aux niveaux 1 (cote 228), Sainte-Barbe (cote 225), 2 (cote 223), 3 (cote 215), 4 (cote 210), 5 (cote 205) et 6 (cote 197).

A partir de 1920, une descenderie d'exploitation fut foncée jusqu'à la cote 175 et un four de calcination fut installé : quelques dépilages furent exécutés au-dessus du niveau 205. De 1923 à 1930, les recherches au niveau 175 restèrent sans résultat, mais une troisième fracture, découverte au niveau 205, fut exploitée ; elle semble se coincer à quelques mètres en dessous.

Ces résultats et la crise amenèrent l'abandon de la mine en 1931. La production s'élevait alors à près de 3.000 tonnes de produits marchands, en calamine calcinée et galène, représentant en métal, 1.200 tonnes de zinc et 164 tonnes de plomb.

A Oum el Afia, de petits travaux de reconnaissance, en 1927, produisirent quelques centaines de tonnes de calamines, abandonnées sur le carreau.

Travaux consultés

X des Ligneris, R. Degallier, A. Azzouz et P. Breil. — *Cartes et rapports inédits* (1947-1950).

G. Mathieu. — *Contribution à l'étude des Monts Troglodytes.* Ann. Mines et Géol., n° 4, Tunis, 1949.

CONCLUSIONS

Les monographies régionales ont permis de préciser nos idées sur la métallogénie des gîtes plombo-zincifères tunisiens.

Types de gisements

Le tableau de répartition stratigraphique (Planche III) présente un essai de classification des gisements nord-africains. Il apparaît immédiatement qu'on n'a guère de type tranché, mais des types mixtes ; c'est ce qu'on a essayé de représenter dans les colonnes du tableau.

Les *gîtes filoniens* et les *gîtes de substitution* classiques sont bien représentés en Afrique du Nord ; le type intermédiaire, d'apparence filonienne à remplissage bréchique, mais avec substitution ou imprégnation des épontes, et remplissage de vides au voisinage de la cassure, est très répandu dans les roches carbonatées nord-africaines : c'est le *gîte de cassure* des géologues marocains.

Enfin, il existe un autre type de gisement, assez commun en Tunisie et dans le Constantinois : ce sont les *gîtes d'imprégnation fissurale*, remplissage d'allure stockwerk dans des zones broyées, sans substitution véritable. Ce type est essentiellement représenté par les *gîtes de contact Trias*.

En résumé, on propose de classer les gisements tunisiens de la façon suivante :

1 — Gîtes de substitution (*sensu lato*), type *Djalta* (dans des conglomérats pontiens) ou type *Chambi* (dans des dolomies crétacées).
2 — Gîtes filoniens, type *Djebel Hallouf* ou *Sakiet*.
3 — Gîtes intermédiaires (type *Amdouns*).
4 — Gîtes d'imprégnation fissurale, type *Touireuf* (dans des calcaires déchiquetés) ou *Kebbouch* (au contact Trias).

Les trois premiers sont classiques, mais on doit signaler la présence, dans certains gîtes complexes, de dépôts de galène dans des grottes ou des géodes d'origine karstique ; ce phénomène, particulièrement net dans les formations aptiennes calcaires ou dolomitiques des dômes crétacés (Sidi Amor ; Bou Jaber ; Azered ; Hamra), démontre bien la postériorité des venues minéralisantes, à une ou plusieurs émersions. Certains nodules de galène, atteignant une quarantaine de kilogs, sont exactement moulés dans les cavités karstiques (*Djebel el Hamra*). Certains lits (*Sidi Amor*), ou parois (*Azered*), de grottes sont tapissés de groupes de cristaux de galène, parfois énormes. On a rencontré aussi, quelquefois, des stalactites de smithsonite (*Azered*), de cérusite (*Kebbouch-Nord*) et de calcite, avec un ou deux anneaux concentriques de galène (*Sidi bou Aouane*).

Le quatrième type est plus spécial à la Tunisie et au Constantinois : l'imprégnation est fissurale, c'est-à-dire qu'il n'y a pas substitution, mais remplissage de minces fissures de l'ordre du millimètre, sans directions privilégiées, dans des brèches tectoniques très diverses de l'Atlas tunisien, soit dans les zones broyées au contact du Trias (avec, parfois, extension de part et d'autre), soit dans des écailles de roches calcaires, éocènes (*Ressas-Touireuf*) ou jurassiques (*Djebel Ressas*).

Ces gîtes d'imprégnation, ainsi que certains gîtes filoniens, comportent souvent des zones d'enrichissement lenticulaires (*colonnes* des mineurs). Il est possible que ces vides soient, en partie tout au moins, d'origine karstique.

Oxydation des gîtes

Les zones oxydées sont généralement très importantes en milieu calcaire ; dans la plupart des cas, elles sont marquées par un chapeau de fer (limonite) et constituées essentiellement par des carbonates : smithsonite (avec hydrozincite et calamine), et cérusite (avec résidus de galène et, plus rarement, anglésite).

On ne connaît pas, dans les gisements tunisiens, de zone de cémentation bien marquée. Signalons, toutefois, à titre de curiosité, la présence, très rare, de cristaux de galène supergène, tapissant les cavités de pics de mineurs, en fer, retrouvés dans des remblais antiques, sans doute romains (*Sidi Amor ben Salem, Khanguet Kef Tout*).

La limite entre zone oxydée et zone sulfurée est, en général, classiquement aux environs du niveau hydrostatique. Cependant, en milieu marneux, l'oxydation est souvent très superficielle, et la zone sulfurée monte alors, à peu près, jusqu'à l'affleurement (*Oued Maden*).

On a, néanmoins, quelques gîtes à oxydation profonde, en bordure des fossés d'effondrement, en particulier de celui de la Medjerda (*Djebel Hallouf* et *Touireuf*). La zone oxydée descend alors à une centaine de mètres, au moins, au-dessous du niveau hydrostatique actuel. On ne peut guère expliquer ce phénomène que par l'existence de niveaux hydrostatiques fossiles, les parties hautes étant noyées au fur et à mesure d'une subsidence récente, postérieure aux venues minéralisantes. Notons que ceci n'existe qu'en milieu calcaire : à côté du Djebel Hallouf, le gisement de *Sidi bou Aouane*, à épontes marneuses, ne comporte pratiquement pas de zone oxydée.

Répartition tectonique de la minéralisation

Il est curieux de constater que la répartition minéralogique suit, quelque peu, les alignements tectoniques.

La *zone du flysch* contient des gîtes B. P. G., à cristallisation très fine, assez peu oxydés, avec mercure, arsenic et antimoine.

La *bordure* ne présente guère que des gîtes de plomb et zinc associés et très peu de fer ; ces gîtes sont toujours très oxydés.

La *sous-zone des écailles* est presqu'exclusivement plombeuse (tout au moins, en l'état actuel des reconnaissances en profondeur).

La *sous-zone des dômes* comporte surtout des gîtes B. P. G., à cristallisation assez grossière.

Enfin l'*anticlinorium* et la *Tunisie centrale* présentent généralement des gîtes simples, soit plombifères, soit zincifères.

Il est peu probable que cette répartition indique des cycles de dépôt différents : on reste toujours en Tunisie, dans la paragénèse plomb-zinc-fer, mais l'un ou l'autre des éléments est parfois largement dominant.

Nature des minerais

Eléments majeurs

Dans la plupart des gîtes tunisiens, le Plomb et le Zinc se trouvent associés (parfois avec l'un des deux éléments dominant largement), à l'exclusion de tout autre métal, en quantité notable. Seul le Fer apparaît en proportion égale ou même supé-

rieure aux deux autres constituants dans les chapeaux et dans les zones sulfurées des gisements à paragénèse BPG, qui représentent le quart à peu près de l'ensemble des gîtes, soit une douzaine de gisements, cantonnés dans la zone du flysch et surtout dans la sous-zone des dômes de l'Atlas tunisien.

Cette paragénèse a été l'objet pour les districts de *Fedj el Adoum* et *d'El Akhouat,* d'une étude minéralogique détaillée des éléments hypogènes par J. BOLZE et H. SCHNEIDERHOHN [5] qui peut s'appliquer à l'ensemble de ces gisements.

La BLENDE, du type Schalenblende, offre toujours de belles structures concrétionnées, en *cocardes.* La texture colloïdale, en bandes concentriques, révèle une mosaïque de très fines lamelles de sphalérite mâclées. On n'a pas trouvé d'indice de passage du dépôt colloïdal de Zn S à l'état de Schalenblende par l'intermédiaire de Wurtzite.

Mais, dans les gisements algéro-tunisiens, la blende est, très souvent, complètement oxydée, et tout le minerai est supergène, formé de SMITHSONITE, accompagnée, quelquefois, de CALAMINE vraie et d'HYDROZINCITE ; ce sont les *calamines* des mineurs, toujours très polymorphes : rarement cristallisées, généralement massives, ru banées, mamelonnées, concrétionnées, stalactiformes et de teintes très diverses.

La GALÈNE est, en général, bien cristallisée dans les formes cubiques simples (p, a^1) ; les cristaux sont souvent déformés ; les octaèdres ne sont pas rares dans certains gisements. Dans les zones oxydées, le plomb se présente, surtout, sous forme de CÉRUSITE noire, très finement cristallisée.

Le sulfure de fer s'est déposé essentiellement sous forme de MARCASSITE, en structures concrétionnées ou arborescentes, fibro-radiées. La PYRITE constitue le fond des cristaux de marcassite. Quelquefois, apparaît le sulfure de fer amorphe (MELNICOVITE-PYRITE), en petits sphérolites. Ces minerais s'oxydent normalement en limonites (STILPNOSIDERITE et GOETHITE).

La paragénèse n'est pas constante, mais dans la majeure partie des cas, on a la succession suivante :

Galène
Blende
Marcassite-Pyrite
Calcite

Quelquefois, cependant, on a la succession normale : *Blende,* puis *Galène.*

A *Sakiet Sidi Youssef,* une paragénèse semblable montre une première venue de galène et quartz, avec calcite secondaire et une deuxième venue de pyrite (épigénisant la calcite), de blende, de marcassite et de schalenblende (remplaçant parfois la pyrite), le tout accompagné de calcite secondaire et de quartz.

La gangue est généralement calcaire, calcitique et limonitique, assez souvent barytique dans les zones d'oxydation ; la fluorine et la célestite (avec barytocélestite) sont localisées dans certains gisements peu nombreux.

Le QUARTZ hydrothermal est rare, en général : il apparaît, cependant, dans certains gîtes filoniens et dans quelques gîtes d'imprégnation B.P.G. au contact du Trias. Mais les formations aptiennes des dômes crétacés sont très souvent silicifiées : on assiste, là, à un envahissement des calcaires par des baguettes de quartz, constituant des roches à structure fenestrée, d'une ténacité extraordinaire. Cette silification paraît souvent précédée d'une dolomitisation, peut-être également hydrothermale, et ces deux phénomènes sont antérieurs aux venues plombo-zincifères. On les connaît également dans certains calcaires jurassiques de la Dorsale.

Il paraît impossible, en Tunisie, de faire intervenir le grain des minerais, de la galène en particulier, dans l'appréciation de l'âge ou du type du gisement. Cette considération semble dépendre uniquement du milieu : très fin en milieu marneux (dans les gîtes de substitution du Pontien, dans certains gîtes filoniens ou d'impré-

gnation), le grain de la galène devient grossier en milieu calcaire ou dolomitique (dans les gîtes filoniens, les gîtes d'imprégnation au contact Trias et les gîtes de substitution du Crétacé).

La finesse du grain de la galène et de la cérusite est extraordinaire dans certains gîtes tunisiens : de l'ordre du micron, elle évoque tout à fait le dépôt d'un gel colloïdal.

ELÉMENTS MINEURS

On n'a pas pu arriver à établir de relation entre la teneur en ARGENT des minerais de plomb et le type du gisement ou son âge relatif. Les minerais tunisiens sont peu argentifères dans l'ensemble : les gîtes d'imprégnation et de substitution dans les calcaires tithoniques et aptiens semblent avoir la teneur la plus forte, de façon assez régulière (de 250 à 500 grammes par tonne) ; les gîtes de substitution dans le Pontien ne sont pas argentifères. Entre ces limites, les teneurs en argent ne semblent obéir à aucune loi.

Les autres éléments sont moins répandus dans les minerais de plomb et de zinc, et encore mal connus :

Le CADMIUM, sous forme de *greenockite*, n'a été rencontré que dans quelques gîtes B.P.G. de la sous-zone des dômes, dans la région du Kef (Fedj el Adoum, Sakiet-Koucha, Garn Alfaya).

Le VANADIUM est connu dans les gîtes de cassure de Djebba et d'Hammam Jedidi (*vanadinite* et *déchénite*) et les gîtes de substitution du Djebel Agab (*endlichite* et *descloizite*).

Le MOLYBDÈNE a été rencontré accidentellement dans le gîte d'imprégnation de Touireuf, sous forme de *wulfénite*.

Le MERCURE s'est trouvé en quantités assez notables, à Oued Maden, sous forme de *cinabre* et *métacinabre*.

Le CUIVRE est assez répandu dans les gîtes plombo-zincifères, mais toujours en petite quantité (*berthonite* du Slata, *bournonite* et *cuivre gris* d'Oued Maden, *chalcosite* du Kebbouch, *chalcopyrite*, *chessylite* et *malachite* des chapeaux de fer).

Le MANGANÈSE est assez constant dans certains gîtes de substitution des dômes aptiens (*césarolite* de Sidi Amor et Bou Jaber) : les *psilomélanes* sont assez rares (Djebba, Touireuf) ; la *pyrolusite* a été rencontrée à Koudiat Safra.

L'ARSENIC est assez répandu dans les gisements frontaliers d'Aïn Allega (*mispickel*), d'Oued Maden (*réalgar*) et de Sidi bou Aouane-Djebel Hallouf (*mimétite*). Le *mispickel* a été signalé également dans le minerai de Koudiat Safra, en très petite quantité.

L'ANTIMOINE est assez constant également dans les gîtes du Djebel Hallouf et d'Oued Maden (*stibine*).

Le BITUME est assez répandu dans la plupart des gîtes B.P.G. de *contact-Trias*.

En résumé, tous les éléments mineurs sont accidentels et peu abondants.

Origine des venues thermominérales

La Tunisie est une illustration parfaite du problème des gîtes téléthermaux, éloignés de tout magma éruptif : la couverture sédimentaire y est très épaisse.

Les seuls affleurements de roches éruptives se trouvent à une soixantaine de kilomètres au large de la côte tunisienne, dans l'archipel de la Galite, formé de roches grenues (granodiorites) et microgrenues (microgranites), et l'on n'y connaît pas de gîte plombo-zincifère ; et dans la zone du flysch, où l'on a quelques coulées de roches dacitiques et basaltiques, au voisinage du gîte de Sidi Driss.

La plupart et les plus importants des gîtes métallifères sont situés bien au Sud, et l'on n'a plus alors, de place en place, comme roches éruptives, que quelques blocs d'ophite, emballés dans le Trias, et qui ne paraissent jouer ici aucun rôle métallogénique.

Nous avons examiné, dans l'introduction, le problème tectonique posé par le Trias et nous avons exposé comment de nombreux auteurs en faisaient un succédané des roches intrusives, sorte d'intermédiaire entre le magma et la couverture, compagnon ou magasin, dans son mouvement ascensionnel, des eaux ou des fumerolles thermominérales.

Cette association est parfaitement illustrée par la carte de la Tunisie septentrionale : on constate, en particulier, entre les deux régions minéralisées dites *des dômes* et de l'*anticlinorium*, un hiatus formant une bande stérile d'une quarantaine de kilomètres de largeur, entre Tunis et Thala ; cette zone, plus tranquille, est, en effet, à peu près dépourvue d'affleurements triasiques.

Ce rôle mécanique du Trias, indubitable en ce qui concerne l'entretien des *failles vivantes*, serait doublé d'un rôle chimique : les gîtes *primitifs* supposés, soit dans le Trias ou le Lias [18], soit dans les accidents du socle [5], auraient été dissous et leurs éléments retransportés par des eaux, peut-être externes, chargées de solutions salines dans leur trajet au contact de terrains salifères : si, en effet, le Trias tunisien ne contient de couches de sel, en affleurement, qu'exceptionnellement (*Djebel Hadifa*), les teneurs en NaCl des sources, au voisinage, indiquent bien qu'il doit être salifère en profondeur (tout au moins de manière diffuse, dans les argiles et, surtout, les gypses).

On a vu que la plupart des *gîtes de contact-Trias* présentaient, en Tunisie, une inversion fréquente dans la paragénèse B.P.G. : à partir de l'hydrogel sulfuré plomb et zinc, se seraient déposés, en premier lieu, le sulfure de plomb, puis la blende à texture colloïdale en cocardes autour des cristaux de galène.

En somme, les gisements téléthermaux tunisiens seraient des gîtes *émigrés* (L. GLANGEAUD) ou *hydrothermaux secondaires* (H. SCHNEIDERHOHN).

Cette hypothèse appelle, cependant, les remarques suivantes :

1°) Plus de la moitié des districts miniers sont situés à une certaine distance (1 km au moins) des affleurements triasiques, avec, souvent, des formations marneuses importantes entre eux.

2°) Les massifs triasiques principaux (Oued Zarga ; Debadib) ne comportent aucun gîte important au voisinage.

3°) On ne connaît pas de minéralisation plombo-zincifère notable en plein Trias et l'on n'a aucun indice d'une minéralisation ancienne dans les éléments de la brèche triasique.

Par contre, celle-ci comporte, quelquefois, généralement en bordure de blocs d'ophite, des minéraux de néoformation (tourmaline, actinote, oligiste, épidote, pyrite), représentant une phase pneumatolytique hydrothermale. Pourquoi la venue Fe-Pb-Zn ne serait-elle pas une autre manifestation du même ordre ?

4°) Les considérations chimiques (inversion de la paragénèse B.P.G., absence de silice) ne concernent qu'une partie des gisements tunisiens. Le second caractère est d'ailleurs loin d'être absolu : le quartz apparaît dans certains B.P.G., et surtout, dans la plupart des gîtes situés dans les formations aptiennes, où une silicification importante est associée à la dolomitisation. Remarquons que ces derniers caractères évoquent les gros gîtes de substitution américains.

5°) Enfin, si l'on a fait ressortir, généralement, et à juste titre, le caractère téléthermal des gisements tunisiens, il n'en reste pas moins vrai qu'il y a eu une activité éruptive, au cours du Miocène ; et celle-ci, très locale évidemment, et qui semble bien indépendante, a dû, néanmoins, précéder, d'assez peu, les venues métallifères.

En résumé, la théorie « secondaire - hydrothermale » apparaît particulièrement séduisante en Tunisie, pays de couverture à Trias extrusif ; mais, si l'examen des B.P.G. de *contact-Trias* est favorable à cette hypothèse, il n'y a pas de raison, dans l'état actuel de nos connaissances, de faire entrer aussi, dans ce cadre, les autres gisements tunisiens qui représentent la majorité, en nombre et en importance. Pourtant, l'ensemble de la paragénèse Pb-Zn-Fe doit bien, ici, constituer un tout, qui ne saurait être scindé.

D'autre part, on a examiné certaines sources chaudes qui sourdent au voisinage de quelques gisements, ainsi que toutes les eaux d'exhaure des principales mines, et les résultats sont exprimés dans le tableau d'analyse en annexe. Les sources thermales tunisiennes sont, dans l'ensemble, chlorurées, sulfatées ou chlorosulfatées et l'on en connaît peu à proximité des gisements : les principales sont celles d'*Hammam Gabrit*, près du Khanguet Kef Tout (26°), d'*Hammam Lif*, au pied du Djebel bou Kornine (43 et 50°), d'*Hammam Jedidi* (61°), d'*Hammam Zriba* (46°) et d'*Hammam Zebbeus*, au pied du Kef Chambi (35°) ; on voit qu'il s'agit, là, surtout de petits gisements. Mais les travaux relativement profonds de quelques mines importantes ont livré passage à des eaux chaudes : *Djebel Hallouf*, à 175 m. de profondeur (29°) ; *Sakiet Sidi Youssef*, à 150 m. (23°) ; *Sidi Amor ben Salem*, à 220 m. (38 à 42°) ; *Bou Jaber-Est* à 50 m. (38°).

Cependant, les faibles teneurs en plomb (moins d'un milligramme par litre) de certaines eaux d'exhaure, chaudes ou froides, ne semblent pas en relation avec leur température : c'est ainsi que celles de *Sidi Amor* ne renferment que 0,15 milligramme de plomb par litre, alors que les eaux froides de *Fedj el Adoum* en contiennent de 0,4 à 0,8. Il doit y avoir, en certains cas, une légère dissolution de sulfates ou de carbonates de plomb dans les gisements et l'on ne pourrait affirmer que les eaux chaudes représentent des résidus des venues minéralisantes.

Age des venues thermominérales

Nous disposons, pour résoudre ce problème, d'éléments beaucoup moins théoriques. On a vu que les premières phases connues d'injection triasique datent, au moins, des mouvements pyrénéens, au début de l'ère tertiaire ; mais il semble bien que le Trias n'était pas, alors, accompagné de venues minéralisantes : on n'a jamais encore, en effet, rencontré d'indices dans les galets des conglomérats du Miocène inférieur.

Les gîtes de substitution dans le Pontien du Nord de la Tunisie donnent, d'ailleurs, une indication précieuse, car nous avons montré qu'il n'y a pas de raison péremptoire d'admettre plusieurs cycles de dépôt, mais plusieurs temps dans le même cycle (variations dans la paragénèse B.P.G., brèches de minerai récimentées). On en est amené à conclure que les gîtes plombo-zincifères tunisiens sont en relation avec la dernière phase paroxysmale des plissements alpins, c'est-à-dire qu'ils seraient d'âge pontio-pliocène ou quaternaire ancien.

En effet, une dernière indication nous est donnée par la présence d'une zone oxydée profonde dans certains gisements plombifères de bordure de fosses d'effondrements ; on a vu que ce phénomène devait être en relation avec la subsidence récente. En ce cas, les minerais se seraient déposés antérieurement au réajustement isostatique qui a provoqué diverses fosses d'effondrement locales, en Tunisie, durant tout le Quaternaire récent.

Ces mouvements ultimes sont encore dénoncés par l'existence d'éléments minéralisés déformés ou broyés, parfois même recoupés par une dernière injection triasique, et, aussi, par de petites failles de réajustement, directes, postérieures à la minéralisation.

CONCLUSIONS GENERALES

LES CONDITIONS DE GISEMENT EN TUNISIE

Toutes les considérations géologiques et métallogéniques, exposées dans l'introduction et les conclusions précédentes, nous permettent d'examiner les facteurs contrôlant la localisation des gîtes plombo-zincifères en Tunisie (1).

1°) Les FACTEURS STRUCTURAUX paraissent les plus importants : les gîtes métallifères sont concentrés dans la Tunisie plissée c'est-à-dire en bordure de la zone alpine, et surtout dans la moitié nord-occidentale de cette région (75 % des gisements). On y observe une répartition quasi-périodique des districts principaux, suivant les alignements tectoniques. La paragénèse B.P.G. est certainement en relation avec la dernière phase alpine.

Une analyse statistique des relations entre les accidents *visibles* et la minéralisation donne les résultats suivants : les failles directionnelles (avec ou sans Trias injecté) apparaissent dans la presque totalité des cas (80 %) ; elles sont, en général, associées à des failles transversales (13 %) ou à des fractures de glissement (9 %), ou, surtout, aux unes et aux autres (50 %).

2°) Les FACTEURS STRATIGRAPHIQUES dépendent des conditions physico-chimiques. En l'absence de roches éruptives, on constate une diffusion de la minéralisation dans toute la couverture secondaire et tertiaire de la Tunisie.

L'analyse statistique montre qu'il y a une relation directe entre les étages favorisés et la nature des roches qu'ils contiennent : le Crétacé supérieur, calcaire, contient 38 % de la minéralisation connue, le Crétacé inférieur, calcaire et dolomitique, 17 % ; le Jurassique, calcaire, 15 % (bien que très peu étendu) ; le Néogène, gréso-conglomératique, 13 % ; le Trias et sa bordure, bréchique, 12 %) ; et enfin le Paléogène, calcaire et gréseux, 5 %.

3°) Les CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES sont en rapport, nous l'avons vu, avec les facteurs précédents : le Trias extrusif ou diapire joue sans doute un double rôle mécanique et chimique, et, si son influence sur les venues hydrothermales n'est pas démontrée dans la totalité des cas, elle reste très probable pour une partie, au moins, des gîtes plombo-zincifères.

La minéralisation en Tunisie, n'est pas entièrement localisée dans des *roches favorables*, c'est-à-dire des horizons facilement dislocables, en zones déchiquetées, avec des constituants microbroyables, et, surtout, à dissolution et métasomatose faciles et importantes (78 % des cas) ; si l'on a vu, en effet, que les *calcaires* représentaient le magasin principal (52 %), puis, les *dolomies* (11 %), les *brèches de contact-Trias* (8 %) et les *grès et conglomérats* (7 %), il n'en reste pas moins vrai que l'on a des gîtes d'imprégnation conséquents dans des roches telles que les *marnes* ; ce fait est assez caractéristique, ainsi d'ailleurs, que la stérilité relative des dolomies.

---

1. — Les pourcentages donnés ici sont calculés d'après l'importance des gisements (tonnage extrait + réserves, en fin de l'année 1950).

L'importance relative des types de gisement n'est pas facile à déterminer, en raison de leur complexité : tout au plus, peut-on dire que les gîtes filoniens, avec remplissages de vides, dominent largement les gîtes d'imprégnation et de substitution vraie.

4°) La Tunisie forme, avec le Constantinois, une sous-province métallogénique caractérisée par la paragénèse unique plomb-zinc-fer ; malgré des variations locales dans la prédominance de l'un ou l'autre de ces éléments, on peut considérer qu'il y a eu une seule venue, très récente.

5°) La finesse du grain, en certains cas, l'allure concrétionnée et rubannée des minerais grossiers, dénotent bien des dépôts à basse température (de l'ordre de 100°, au maximum).

Enfin, l'absence à peu près complète de roches éruptives fait de la Tunisie un pays-type à gîtes téléthermaux.

ANNEXES

I. — Tableau d'analyses de minerais.

II. — Tableau de production des principales mines.

III. — Tableau d'analyses d'eaux.

IV. — Tableau général des gîtes et indices plombo-zincifères en Tunisie.

I. -- TABLEAU D'ANALYSES DE MINERAIS

GISEMENTS	NATURE DES ECHANTILLONS	SiO^2	Al^2O^3	Mn	CaO	MgO	$BaSo^4$	Pb	Zn	S ou SO^3	As	CO^2, O et pertes	F	Sb	Cu	Cd	Bi	Hg	Sr	V^2O^5	P^2O^5	Fe^2O^3	Ag(1)	ORIGINE DE L'ANALYSE
SIDI DRISS (gîte principal)	Scheidage																					1,02		Service des Mines
AIN ALLEGA	B. P. G. oxydé (scheidage)	2,52	0,30	0,17	0,35	0,27	5,22	67,35	3,21	1,59	0,15	14,14										1,68	5 à 50	— —
DJEBEL DISS	Cérusite (scheidage)	0,60	0,59	tr.	0,63	0,21	0,13	46,52	24,43	16,83	1,41	3,36				0,06	0,11					4,32	150	— —
OUED MADEN	Tout-venant	4,62	2,26		3,66	1,74	6,75	50,36	7,49	8,14	0,89	6,24		0,09		0,05	0,10					12,10	100	Penarroya
—	Galène (scheidage)	22,56	4,20	1,50	12,50	0,70		7,30	3,52	2,74				0,09								8,16	268	—
—	Gîte Hg (choisi)	3,92	0,63		2,52	0,72	1,60	51,80	6,67	16,35	1,00	4,90		1,00								2,41		Service des Mines
—	Gîte Pb (choisi)	9,68						34,01	4,16	11,34				14,86				11,65			0,06	0,41		
BECHATER	Blende, galène et smithsonite	2,26						71,82	0,23	5,51				2,39				0,55			0,02	0,51		— —
SIDI AHMED (Biret)	Blende, galène et smithsonite	5,50	2,28	0,72	0,95	0,37	tr.	7,14	37,80	3,10		23,62							1,92			5,28	6 à 18	— —
KHANGUET KEF TOUT	Galène (scheidage)	3,02	1,12		0,18	0,24	tr.	57,25	10,30	4,47		15,17										0,88	300	— —
— —	Smithsonite (scheidage)	1,50	0,50		1,50	0,10		72,00	5,00	14,00	0,07	2,50		0,20	0,05				0,02			2,00	3	Société du Khanguet
— —	Mixte (riche)	9,00	2,50		7,00	0,30		0,30	44,00	2,00	0,01	32,00		0,00	0,02							3,00		— —
DJEBEL BEN AMARA	Blende	9,00	3,00		25,00	0,10		18,00	15,00	1,50	0,05	24,00		0,10	0,02							4,00		— —
AIN KHOLA	Calcaire blendeux	0,50	0,56	0,08	0,56	0,14	0,02	2,10	56,20	11,50	1,64	15,46										4,22		Service des Mines
FEDJ ASSENE (filon)	Blende	10,65	3,11	0,58	11,17	0,71	0,02	0,96	23,37	8,23	0,10	20,10										19,07	150	— —
SAFSAF	Minerai sableux	1,28			1,40			0,11	63,37	31,52												0,64	16	Penarroya
—	Cérusite (scheidage)	9,90	20,70		11,50			28,20		0,30		19,60										3,30		Société Safsaf
DJALTA (carrière)	Produit de flottation	1,55	1,04	0,07	2,25	0,27	3,05	71,15	0,00	2,70	0,65	14,66										0,51		Service des Mines
BAZINA	Minerai marchand	0,80	2,52		4,50	0,11	0,98	61,07	1,64	9,89	0,33	10,90		0,20					2,50			2,78	4	Asturienne
DJEBEL HALLOUF	Cérusite (scheidage)	3,06	0,45		4,50	1,43		54,87	1,20	4,78		16,57							12,60			0,53	10	Société Bazina
— —	Minerai (scheidage)	0,82	0,66		0,43			74,84	0,78	2,87	0,20	12,20		0,14								0,23		Service des Mines
— —	Tout-venant (dans calcaires)	0,48	0,19		0,05	0,03		74,98	0,02	2,96	0,29	20,62										0,38		Société des Mines
— —	Tout-venant (dans marnes)	12,87	7,48	0,31	22,23	0,26	1,88	22,06	2,84		0,61	22,68		0,05							0,04	5,91		du Djebel Hallouf
SIDI BOU AOUANE	Scheidage	24,66	13,16	0,35	12,60	0,10		20,88	1,35		0,50	18,41		0,05							0,17	6,84		— —
— — (niv. 150)	Marnes plombeuses	0,72			1,40			67,00	5,10	17,25	2,95			1,62					0,07			2,80		Service des Mines
TOUIREUF (Ressas-Est)	Galène, smithsonite et cérusite	23,81	8,41	0,06	7,97	0,42	0,22	39,46	3,39	6,96	2,06	7,93										0,64		— —
SAKIET SIDI YOUSSEF	Tout-venant	0,12	0,38		0,50	0,17	tr.	56,74	12,20	0,47		19,93										1,88		— —
— —	Galène	21,90	11,80		20,00	0,36		3,78	5,68	6,31		16,15										5,60		Société M. et M.
— —	Blende	6,20	3,62		2,84	0,11		60,01	2,85	15,31		3,50										4,65	40	de Penarroya
KOUCHA	Galène				3,69	0,12		3,55	50,40	29,60												4,38		— —
DJEBEL SEMENE (C8)	Scheidage	3,15	2,28		1,32	0,24	0,74	51,70	4,50	19,60	0,10	3,90							2,25			7,50	500	Service des Mines
— (m3)	Conglomérat plombeux	6,94	2,43		1,32	0,11		64,37	1,41	7,62	0,04	4,89		0,01	0,01							1,10	5	Asturienne
DJEBBA (Goraa)	Vanadinite	20,09	0,03	0,28	34,74	0,24	0,06	9,21	5,95	2,93	2,62	25,40										1,76		Service des Mines
NEBEUR (Belouache)	Limonite plombeuse							67,87				14,12								13,61	1,07		10	— —
DJEDARIA	Glauconite minéralisée	7,63	2,47	2,23	0,48	0,09	0,07	14,92	3,05	2,09	0,40	2,38				0,07	0,13					56,05		— —
FEDJ EL ADOUM (Belkassem)	B. P. G. oxydé (à Cu)	18,83	3,34	0,56	2,83	0,16	0,08	27,83	3,57	6,74	0,11	14,25										23,42		— —
— —	B. G. oxydé	28,70	3,31		12,28	7,15		9,73	5,86	4,34		21,27		0,19	3,37							3,77	80	COMITU
KEBBOUCH NORD	Blende riche	0,25	0,16	0,08	0,26	0,13	0,01	35,15	42,64	10,86	0,19	5,63										1,15		Service des Mines
DOGRA (Barhela)	Dolomie minéralisée	6,90	1,25		9,60		0,06		61,56	12,38		6,75										1,20	200	— —
GARN ALFAYA (Oum Edeboua)	Galène (scheidage)	0,43	0,65	0,09	10,31	4,48		37,48	17,27	5,90	1,19	12,02	1,56									1,50		— —
KOUDIAT SAFRA (gîte principal)	Concentré de flottation	7,80	0,60		6,35	0,28		62,50	3,58	6,17		10,83			0,04							1,32	250	S. M. du Garn
DJEBEL EL AKHOUAT (f. 4)	B. P. G. (scheidage)	28,90	1,06		0,93	1,08		45,10	2,07	13,74		1,48		0,23								5,40	52	La Lucette
DJEBEL BOU KHIL (Dante)	B. G. (échantillon moyen)	0,04	4,55		18,30	0,17	0,08	34,04	17,85	14,47	0,76	14,75				0,07	0,17					1,68		Service des Mines
SIDI AMOR BEN SALEM	Galène (scheidage)	3,00	1,00		14,87	0,25	0,22	28,99	24,14	8,14	0,31	12,26		0,07		0,06	2,94					1,04		— —
BOU JABER	Galène (scheidage)	8,25	0,68		0,40	0,10	2,54	62,25	0,10	7,02	0,01	5,76		0,10					0,90			1,21	400	— —
DJEBEL RESSAS (Simone)	Tout-venant sulfuré	1,75	0,17		1,88	0,16	0,80	65,30	3,55	5,05	0,05	11,88		0,12					1,25			1,91	450	— —
— —	Galène	0,08	0,46	0,01	37,13	0,76		4,50	6,10	9,60												1,53		Société M. et M.
— —	Blende	0,72	0,65		2,00	0,12		66,30	8,15	16,55		1,80										2,28	2	de Penarroya
SIDI ET TAIA	Alquifoux			3,13	7,20	0,11		2,85	52,60	26,58												2,42		— —
—	Galène (fonderie)	0,36			0,45		0,49	83,41		12,96	0,07	2,09			0,06		0,01					0,07	250	SERMAN
—	Galène (scheidage)	1,18	1,21		3,15	0,18	2,90	71,91	1,06	9,34		8,38		0,05	0,09							0,52		—
SEKARNA	Blende	1,18	1,73		2,13	0,08	0,55	72,12	0,86	11,81	0,03			0,13	0,02				2,42			0,19		Service des Mines
AZERED	Smithsonite	17,62	6,32	0,05	2,32	0,13	7,51	0,00	40,39	5,42	1,23	1,97				0,26	0,14				4,55	1,31	80	— —
—	Smithsonite	7,30			3,50	0,60		0,55	54,10	0,45												1,45		SOMIDA
— (travaux romains)	Quartzite à Pb-Cu	2,00				0,69		0,60	57,43	0,00												2,00		—
— (Romain-puits nouveau)	Calc. dolom. minéralisé	17,68	0,88	tr.	2,60	0,58	0,29	21,75	0,20	10,88		4,10			16,52						0,05	14,63	94	—
DJEBEL EL HAMRA	Quartzite minéralisé	28,75	0,41	0,06	26,14	0,14	18,23	2,38	1,96	1,58	0,14	21,48										1,41		Service des Mines
SIDI MABROUK	Calamine	65,48	4,49	0,07	0,81	0,17	0,22	6,35	13,46	1,42	0,93	3,76				0,08	0,10					0,86		— —
AIN KHAMOUDA	Calamine ferrugineuse (tout-venant)	23,40	1,30	0,20	1,40	0,10			59,08			8,05									0,10	2,60		E. Bruet
KEF CHAMBI	Tout-venant	20,70	11,20		0,15	0,15		0,25	16,90										0,08			29,45		Société M. et M.
—	Galène	13,80	6,26		9,80	5,57	21,60	4,90	2,00			17,00							0,11			4,01	50	de Penarroya
DJEBEL AGAB	Galène	2,96	3,60		2,18		1,82	66,35	1,40	12,17		4,50										2,90	190	— —
—	Vanadates de plomb	20,91	1,99	0,07	0,66	0,29	5,68	53,50	2,54	2,67	0,75	10,06				0,07	0,11			14,38	1,32	0,70		Service des Mines
DJEBEL TROZZA	Cérusite	2,46	0,23		0,50			59,97		0,54	0,22	3,72							3,07			14,72		— —
— — (François)	B.-G.	2,60			0,70	0,36	5,85	55,50	3,05	4,86		9,52										4,26	15	— —
AIN NOUBA (Qu. 6)	Smithsonite à galène	6,14	2,90	0,08	2,42	0,20	0,24	29,10	36,19	7,90	1,04	7,11				0,09	0,14					2,21		— —
DJEBEL LORIDGA	Scheidage	3,22	1,53		7,67	5,76	7,93	9,00	24,20	1,60		28,80										2,80	25	Penarroya
DJEBEL TEBAGA	Smithsonite	1,20	0,90	0,07	3,30	1,70	32,50	47,20	1,50	7,60	0,30	5,40										0,60		Service des Mines
		1,20	5,17		6,30	0,57			35,12													11,13	4	— —

(1) Teneur moyenne en grammes d'Ag par tonne de minerai marchand.

II. - TABLEAU DE PRODUCTION EN TONNES-MÉTAL DES PRINCIPALES MINES

NOMS DES MINES	PRODUCTION TOTALE au 1er Janvier 1951		PRODUCTION ANNUELLE MAXIMA			PRODUCTION de l'année 1950	
	Pb	Zn	Pb	Zn	Année	Pb	Zn
Djebel Ressas	61.000	60.000	4.902	2.097	1902	1.145	1.637
Sidi Amor ben Salem	103.000		5.277		1924	2.019	
Djebel Hallouf	84.000	120	3.217		1934	2.100	
Khanguet Kef Tout	34.000	38.000	292	4.357	1900	246	
Sidi bou Aouane	64.000		3.002		1940	2.563	
Sakiet Sidi Youssef	31.000	24.000	1.362	2.867	1912	998	1.209
Djebel Trozza	51.000		4.338		1916		
El Grefa	44.250		3.227		1950	3.227	
Garn Alfaya-Koudiat el Hamra	35.800	6.300	2.819		1916	295	
Sidi Ahmed	10.000	26.200	505	1.653	1898	231	
Bazina	34.000		2.150		1912		
Bou Jaber	23.500	7.000	2.895	130	1912	177	
Fedj el Adoum	15.000	13.000	348	1.743	1909	696	22
Djebel ben Amara	100	24.000		3.581	1905		
Aïn Allega	13.300	9.400	1.821	1.753	1912		
Zaghouan	1.100	16.800		1.964	1895		
Ressas-Toureuf	15.400		1.793		1933	1.549	
Djebba	10.850	3.750	840	76	1909	288	
Oued Maden	11.550		1.457		1941	1.345	
Djebel Lorbeus	1.300	10.000	65	1.613	1920		
Kef Touila	3.000	7.700	284	2.061	1937		
Sidi et Taïa	10.000		620		1939	316	
Bechater	550	9.400	73	909	1911		
Djebel Sekarna	2.600	7.250	14	2.155	1926		
Djebel el Akhouat	2.600	5.700	100	595	1907	224	
Djebel Azered	260	8.000		862	1902	111	194
Aïn Nouba	1.400	6.300	152	1.135	1913		
Kef Chambi	6.700		1.162		1913	94	
El Haouaria	6.000		796		1913		
Koucha	5.850		879		1919		
Djebel Chara	5.700		1.149		1904		
Kebbouch-Sud	3.900	1.300	826		1914		
Sidi Driss	5.000		1.408		1912		
Djebel Semene	1.940	105	769		1950	769	

III - TABLEAU D'ANALYSES DES EAUX D'EXHAURE ET DES SOURCES CHAUDES AU VOISINAGE DE GISEMENTS

Gisements	Origine de l'eau	Débit (l/s)	Temp.	Ca	Mg	Na	SO^4	Cl	CO^3	Ex. s.	D. h.	pH	NO^3	NO^2	Pb	Zn	As
KHANGUET KEF TOUT	Hammam Gabrit	0,5	26°	218	18	460	119	763	231	1.920	61°	7.2	tr.	tr.	tr.		
DJEBEL EL GREFA	*Niveau 52* (— 60)	0,5	fr.	246	38	117	474	170	153	1.220	75°	7.1	13	N.	0,8		
DJEBEL HALLOUF	*Niveau — 175* (cote 130)	27	29°	112	10	55	41	92	150	475	31°	7.5	2	tr.	1,2		
SIDI BOU AOUANE	*Niveau — 150* (cote 85)	3	23°	168	28	425	49	621	302	1.620	52°	7.4	3	tr.	0,4		
TOUIREUF (Ressas-Est) ..	*Niveau 285* (— 184)	1	fr.	75	30	140	150	185	147	800	30°	7.6	tr.	N.	N.		
SAKIET SIDI YOUSSEF..	*Niveau 6* (— 120)	5	23°	636	80	966	519	1.882	462	4.760	188°	7.0	tr.	tr.	0,2		
DJEBEL SEMENE	TB Sainte-Barbe	12	fr.	100	13	79	78	114	135	560	30°	7.7	13	tr.			
FEDJ EL ADOUM.....	Galerie de Fernana	2	fr.	353	23	37	748	39	123	1.420	96°	7.2	N.	N.	0,4		
———	Galerie de Bou Kcherida	1	fr.	477	35	46	995	57	174	1.810	131°	7.2	N.	N.	0,8		
GARN ALFAYA	*Niveau 5*	0,5	fr.	624	162	140	1.788	213	213	3.280	218°	7.0	tr.	tr.	tr.		
DJEBEL EL AKHOUAT..	Source du *niveau — 50* (cote 366)	3,5	fr.	243	68	196	476	337	177	1.530	87°	7.1	N.	tr.	0,3	2,75	tr.
SIDI AMOR BEN SALEM	*Niveau — 242*	20	38°	128	35	168	208	270	135	950	45°	7.1	3	tr.	0,15		
DJEBEL BOU KORNINE	Hamm. Lif (Aïn el Ariane)	2	50°	985	161	4.483	1.348	7.810	208	14.825			0,5	0,1			
KEF CHAMBI (Zebbeus)..	Hammam Zebbeus	2	35°	194	65	299	842	284	81	1.870	74°	7.4					
HAMMAM ZRIBA	Bains	10	46°	693	132	1.127	1.977	1.775	129	6.140	223°		N.	tr.	tr.	0,9	N.
HAMMAM JEDIDI	Bains	0,6	61°	811	108	5.980	1.854	9.230	239	18.620	242°		N.	tr.	N.	0,45	tr.
DJEBEL TROZZA.....	El Ala (*TB 9*)	0,5	fr.	22	21	18	12	32	69	230	14°	7.6	Z.	tr.	0,3		tr.

N. B. — Le débit est donné en litres-seconde, les teneurs, en milligrammes par litre. Plomb et zinc ont été dosés par la méthode polarigraphique. Toutes les analyses proviennent du Laboratoire du Service des Mines.

IV. — TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFERES EN TUNISIE

Les gisements sont classés par feuille topographique de la carte de Tunisie, au 1/50.000^{me} (colonne 1). Les noms de gîtes (colonne 2), décrits dans les monographies, sont en CAPITALES ; les noms des mines en activité (exploitation ou recherches), en 1951, sont en *italiques*. Leur situation approximative est indiquée par les coordonnées Lambert (colonne 3). En bas du tableau, les rares gisements du centre et du Sud sont situés par leurs coordonnées géographiques sur les feuilles au 1/100.000^{me}.

La quatrième colonne souligne l'importance des gîtes, en donnant le tonnage total (en tonnes-métal), extrait au 1er janvier 1951.

Le type dominant du gisement est indiqué (colonne 5), par les lettres S (substitution), I (imprégnation), F (filonien), FR (filonien avec remplissage de cavités), puis, la situation géologique (colonne 6), avec l'étage et le terrain-magasin (Br = brèches ; Calc = calcaires ; Mc = marno-calcaires ; M = marnes ; Gr = grès ; Cgl = conglomérats ; S = sables ; Qz = quartzites ; Cc-dol = calcaires dolomitiques). En ce qui concerne la minéralisation (colonne 7), la gangue et le minerai sont signalés par les abréviations suivantes : Ar (argiles), Lm (limonites), Gy (gypses), Q (Quartz), Ca (calcite), Ba (baryte), Sr (célestite, strontianite), Fl (fluorine) ; et S (smithsonite), Cm (calamine), H (hydrozincite), B (blende), Ce (cérusite), G (galène), P (pyrite), M (marcassite), Pm (pyromorphite), V (vanadates de plomb), Cu (minerais de cuivre), Hg (sulfures de mercure), R (réalgar), Sb (stibine et antimoniosulfures).

Enfin, la dernière colonne renvoie à la carte au 1/500.000^{me} (planche I), sur laquelle chaque gîte ou indice est numéroté.

IV. - TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFÈRES EN TUNISIE

Feuilles au 1/50.000me	Noms des gisements	Coordonnées Lambert		Production en tonnes-métal au 1/1/51		Type	Situation Géologique		Minéralisation		Nos du 1/500.000me
		x	y	Pb	Zn		Etage	Magasin	Gangue	Minerai	
II BIZERTE	DJ. ER RHEZLANE	489	447	550	9.400	I	Zone de bordure du Trias	Br	Ba-Sr	S-G-B	1
	D. ET TELLA	487	445			I			Ar	S	2
	DJ. EL GRAYA	487	443	50	16	I			Ba-Sr	S-Ce-G	3
	SIDI EL AOUN	485	445			F	Campanien	Calc	Ca	Ce-G	4
	Sidi el Bechir	478	438	1		I	Contact Trias-Eocène	Br		G	5
	Dj. Sidi Ameur	476	437	5	5	I				S-C	6
	Dj. Ali ben Trad	479	437			I				G	5
V OUED SEDJENANE	Djebel Slalia	468	429		30	I	Zone de bordure du Trias	Br	Ca	G	7
	Dj. Stafftafa	465	427	10	23	I				S-B-G	8
	Chen Groa	465	426	4	200	I				S-G	8
	Dj. Mhraria	465	424	10	150	I				S-Ce	9
	Aïn el Aoualia	464	421			I				S-Ce	10
	O. el Keman	463	422			I				G	10
	Djebel Azag	459	418	20	5	F	Campanien	Calc		S-Ce-G	11
	EL GREFA	467	418	44.250		S et I	Trias-Pontien	Br-Cgl	Ba	Ce-G	12
VI DJEBEL ICHKEUL	Arg. el Ahmar	474	435	200		I	Zone de bordure du Trias	Br		G	13
	Djebel Tarf	470	430	10	10	I			Ar	G	14
	SAFSAF	468	419	2.450		I				Ce	15
	Tab. el Djebs	481	433			S	Miocène	Gr	Gy	G-B	16
	B. Djourane	497	421			S				G-B	17
	Djebel Sfaïa	496	419			S				G	17
	S. ed Dekaounia	494	419			S				S-G	17
VII PORTO FARINA	EL ALIA										
	Oued el Morra	517	432			S	Miocène	Gr-S		Ce-G	18
	Bir es Souf	516	432	271		S					18
	Zorhba	514	432	4		S					18
	Kaouache	515	431			S					18
	Hakima	514	429	278		S					18
	A. Sadok	512	427			S					18
IX CAP BON	O. t Mtak	603	417			S	Burdigalien	Calc	Fl	S-B	19
IX bis TABARKA	D. Sidi Amor	402	403			S	Oligocène	Gr		P-G	20

	A. ES SERSOUF	430	418			S			Ba	G	21
	SIDI DRISS	431	418	5.000		S	Pontien		Ba-Ar	B-P-G	21
	A. RESSAS	430	417			F	Eocène		Ca-Ba	G-P-Pm	21
	R. el Figel	421	415			S	Pontien	Calc		S-G-R	22
	Sidi Houimel	419	413			F	Eocène		Ca	Ce-G	22
	Sidi Achour	421	412			F	Campanien		Ar	Ce	22
	S. bou Alleg	419	410			F	Eocène			S	22
	Aïn Sebaa	413	406			F	Campanien		Ca	G	23
	S. KHALIFA	408	406			I				S-Ce-Hg	23
	KEF RESSAS	412	406			I	Zone de		Ca	Ce-G	23
	AIN ALLEGA	411	405	13.300	9.400	I	bordure du	Br	Ba-Q	S-Ce-B-P-G	23
	LA GOUIBA	411	404	200		I	Trias		Ba	Ce-G	23
	SIDI ASKER	410	403			I			Ba	Ce	23
X	*Dj. bou Nazerine*	408	402			F	Eocène	Calc		S-Ce-G	24
	Dj. Dougas	407	403			I	Brd Trias	Br		S-Ce	24
NEFZA	Argoub Abiod	433	415			S	Priabonien	M	Ca	G	25
	A. ez Zitouna	428	413			S	Campanien	Calc		G	26
	Dj. bou Lahia	423	411			F	Eocène	Calc	Ar	Ce	27
	Koudiat Touila	424	409			F			Ca	G	28
	S. Ahmed b. Messaoud	422	408	210		F					27
	Tarf	419	403			F	Campanien	Calc	Ca-Ba	Ce-G	29
	DJ. ES SIOUF	428	409	10		F					30
	DJ. ABIOD	427	408	80		F					30
	SIDI AHMED	434	408			FR					31
	GHRABA	433	407	10.000	26.200	FR	Campanien	Calc			31
	BIRET	433	406			FR	et	et	Ca-Ba-Ar	S-Ce-B-G	31
	Dj. bou Brima	429	400		350	FR	Maestrichtien	Mc			58
	Toba Sidi Zit	430	401			FR					58
	Douaria	440	417	10		S					33
	Dj. bou Djebla	445	416			S	Oligocène	M - Gr	Ca - Ba	G - B	34
	Sidi el Alaoui	447	418	2		S					34
	Kef el Abiod	438	411			F	Aturien	C et Mc		S - Ce - B - G	32
	Dj. el Azzag	458	417	200		F	Campanien		Ar - Ca	Ce - G	35
	Dj. el Ajred	458	415			F					36
	Oued Jenah	456	414			F	Ct Campanien		Ba	G	36
	Kef er Renda	459	413			F	Campanien	Calc		S - G	36
XI	Aïn Aouana	450	413		90	F				S - G	37
	O. el Ksour	448	413	8		I	Ct Campanien			Ce - G - P	37
HEDIL	Dj. el Mehachem	452	412			F				G	37
	Dj. ech Cheggaga	451	411			FR	Campanien			S	37
	Sfaiet Krelass	446	411	6		F				Ce - G	38
	Henchir Maïza	455	407			I	Zone		Ba	S - G	39
	SIDI BOU KRIM	454	408		500	I	de bordure	Br	Sr	S	39
	BAZINA	447	407	34.000		I	du Trias		Ba - Sr	G	40
	DJ. TABOUNA	443	406	3.000	1.000	F	Campanien		Ca	S - Ce - G	41
	K. el Jendoubi	442	408	20		F				S - Ce	42
	Sidi Salah	440	410			F	Ct Campanien			S - G	42
	DJ. GHERIFFA	466	417	900		F	Campanien	Calc	Lm-Ca	Ce - G	43

IV. - TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFÈRES EN TUNISIE *(suite)*

Feuilles au 1/50.000me	Noms des gisements	Coordonnées Lambert		Production en tonnes-métal au 1/1/51		Type	Situation Géologique		Minéralisation		Nos du 1/500.000me
		x	y	Pb	Zn		Etage	Magasin	Gangue	Minerai	
XI HEDIL (suite)	GRARIA	459	409		1.800	FR	Campanien	Calc	Ca	S	44
	DJ. SEMENE	455	403	1.200	200	S	Pontien	Gr et Cgl	Ca	S - Ce - G	45
	TIOUR EL LIL	457	403			F				Ce - G	45
	Dj. el Hara	459	401			F	Campanien	Calc	Ca	G	47
	Dj. el Ouahchi	461	407			F				G	46
	Dj. Anntra	460	406			F				S - G	46
XII MATEUR	Dj. el Mehatri	487	407		50	FR	Eocène	Calc		S - G	48
	Kef en Nosoura	486	405	35	70	I	Miocène	Ggl		S - G - B	48
	Oued el Bahr	492	405			F	Eocène	Calc		G	49
XIII ARIANA	S. b. Dzerouaïa	516	398			F	Aptien	M	Ba	G - Cu	50
XVI bis LA CALLE	A. Fellous	397	392			I	Oligocène	Gr et M		P - G	51
	Aïn Draham	393	387			I				G	52
	S. Abdallah	391	385			I	Bord. Trias	Br		G	53
XVII ZAOUIET MADIEN	*Halgen Naga*	407	401			I	Bordure du Trias	Br	Lm-Ba	S - Ce	24
	Djebel el Abied	405	399			I				G	54
	Djebel Krechine	404	399			F	Eocène	Calc		Ce	54
	Aïn Trarib	416	398			I	Bord. Trias	Br		G - B	55
	O. Sidi Ramdane	414	397			I				G - B	55
	Bou Tarfaya	419	400			F	Aturien	Mc		G	56
	SIDI EMBAREK	423	398	7		S	Pontien	Gr et Cgl	Ca	G - Cu	57
	KHANGUET KEF TOUT	430	399	34.000	38.000	FR				S - G - B	58
	AIN ER ROUMI	427	395			F	Aturien	C et Mc	Ca	S - G	59
	JIMLA	427	394		33	F				S	59
	Sidi Nsir	425	395			F				S - G	59
	FEDJ EL IMAM	428	396	150		S	Pontien	Ggl	Ca	Ce - G	59
	DOUAMIS	424	393			F				G	60
	AIN EL RHARBI	421	391	1		F				G	60
	DJEBEL BEN AMARA	420	390	100	24.000	FR				S - G - B	60
	PETIT BRIKA	430	395	350	16	F				Ce - G	61
	DJEBEL BRIKA	430	394			F	Campanien	Calc	Ca-Lm	S - Ce - G	61
	Zef ez Zergah	429	393	40		F				G	62
	AIN CHETOUA	426	390	20		F				G	63
	DYR ENFECK	428	391	1.416	11	F				S - Ce	63
	KEF ES SID	424	387	11		F				Ce - G	64
	Djebel Sfaïet	431	392	1		F	Eocène	Calc	Ca	Ce - Cu	65
	Dj. Bechir	433	387			F	Campanien			G	66

	DJEBEL CHARA	439	390	5. [illegible]		F	Campanien			S - G	67
	DJEBEL DISS	434	382	84		F	Eocène	Calc	Ca	Ce - G	68
	Sidi el Haouari	437	380			F				G	69
	KEF EL MENGASS	449	391			I	Contact Trias	Br	Ca	S - B.P.G.	70
XVIII	KEF EL LAHAM	446	390	10	400	I					71
	DJ. EL KERMATE	450	393			F	Campanien	Calc		S - H	70
BEJA	AIN GRICH	450	390	2	400	FR	Aturien	Mc		S - B.P.G.	70
	Aïn Hadjel	458	389			F	Cénomanien	Mc et M	Ba	G	73
	Dj. oum Guerinat	460	390			F					73
	Douar Zerelli	440	382			F	Eocène	Calc		S	72
	DJEDARIA	485	390	267		S	Miocène	Gr		G-B	74
XIX	DJ. EL AHMERA	479	382	50		F	Aturien	Calc	Ca	Ce-G	75
TEBOURBA	Dj. Bechtab	475	381			F	Eocène			G-B	75
	Dj. bou Aoukaz	487	382			S	Miocène	Gr		G	76
XX	Djebel Achour	500	381			F	Eocène	Calc	Ar-Lm	G	77
TUNIS	La Mohammedia	523	374	37		F					78
XXI	DJ. BOU KORNINE N.	539	379								79
LA GOULETTE	DJ. BOU KORNINE S. (Mornag)	539	378	100	1.600	S	Lias	Calc	Ca	S-Cm-G-B-P	80
	Djebel Adissa	385	381			S	Pontien	Gr		G	81
	Jouaouda	380	377			I	Campanien	Calc		S-Ce	82
	Sidi Oued Arid	394	379			I	Bord. Trias	Br	Ca	G-B	83
XXIV	*DJ. ED DISS*	384	373			I	Turonien	Mc	Ar	Ce-G-B	84
	AIN BEKKOUCH	384	372	200		I	Bord. Trias	Br	Ba	Ce	85
FERNANA	OUM EL TMIM	381	373			F	Pontien	Cgl	Lm	G-Cu	86
	Dj. Taj ez Zit	379	371			F	Turonien	Mc	Ca	G	87
	Kef ech Chegag	373	366			F	Campanien	Calc	Ca	S	88
	Bessouagui	374	365			I	Bord. Trias	Br		S	88
	Djebel Rebia	398	364			F	Eocène	Calc	Sr	Ce	89
	Zeflana	408	373			S	Cénomanien	Calc	Ca	S-Ce-G	90
	Argoub el Kedim	409	374			F			Ba	G	90
XXV	S. Abdallah bou Kard	409	373			S	Eocène	Calc	Ar	S	90
SOUK EL KHEMIS	*DJEBEL HALLOUF*	420	378	84.000	120	F	Campanien		Ar-Ca	Ce-Mi-G	91
	SIDI BOU AOUANE	421	377	64.000		F et I	Cont. Pontien	M	Ar-Ca	S-G-B	92
	Aïn el Bey	426	374			F	Campanien	Calc	Ca	S-Ce	93
	RHAR ET TINE	430	372			S	Miocène	Gr		Ce-G-B	94
	DJEBEL BARCHE	437	378	200		S	Miocène	Gr		Ce-G-B	95
	EL HAOUARIA	437	376	6.000		S					95
XXVI	Dj. Sidi M'barek	440	360			F	Campanien	Calc	Ca	G	96
	Djebel Chitana	462	365			I	Bord. Trias	Br		B.P.G.	97
OUED ZARGA	Dj. Sene ed Djemel	461	365			F				G	97
	Argoub el Limam	463	362			F				G	98
	Djebel Krochmane	449	360			F	Cénomanien	Mc	Ca-Ba	S-G	99
	Dj. Hamed b. Khalifa	448	359			F				S-G	99

IV. - TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFÈRES EN TUNISIE *(suite)*

Feuilles au 1/50.000me	Noms des gisements	Coordonnées Lambert		Production en tonnes-métal au 1/1/51		Type	Situation Géologique		Minéralisation		Nos du 1/500.000me
		x	y	Pb	Zn		Etage	Magasin	Gangue	Minerai	
XXVII MEDJEZ EL BAB	Koudiat er Rouaguib	472	364			F				G	100
	Dj. Kechtilou	466	360			F				S-G	101
	DJ. BOU MOUSS	476	369	50		F	Cénomanien	Mc	Ba-Ca	Ce-G	102
	KEF LASFAR	476	364			F				S-Ce	103
	OUED DJEBS	475	363	300	600	I	Bord. Trias	Br		S-H-B.P.G.	103
	DAR ECH CHEBKA	480	368	155		F	Cénomanien	Mc		Ce-G	104
XXVIII OUDNA	Fedj Halima	508	361			F	Barrémien	Calc	Ca	G	105
	Sidi el Kafi	515	361			S	Aptien	Qz		G	106
XXIX GROMBALIA	*DJ. RESSAS (Petit)*	539	369	61.000	60.000	FRI	Tithonique	Calc	Ca	S-B.G.	107
	DJ. RESSAS (Grand)	539	367			FRI				S-B.G.	107
	Dj. el Mecella	531	353		100	FRI			Ca-Fl	S-G	108
	Dj. es Sola	546	358		2	F	Campanien		Ca	S	109
	Dj. Makki	545	360		5	F			Fl	S	109
XXXI GHARDI-MAOU	*OUED MADEN*	369	364	11.550		FS	Aturien	M et Calc		B.G.-Cu-Sb-	233
	DJ. GROURA	368	363	14		F				Hg-R	234
	Dj. bou Seboua	383	345	300		F	Campanien	Calc	Ca	Ce-G	110
	Sidi Mammar	369	345		9	FR	Miocène	Gr		S	135
XXXII SOUK EL ARBA	Sidi Ahmed el Bedoui	424	351		660	I	Cénomanien	Mc		G	235
	SEBA AOUINET	427	356			S	Pontien	Cgl		S	111
	BOU TOUIL	429	354			F	Cénom-Turon.	Calc	Ca	G-B	112
	DJEBBA	429	353	10.850	3.750	I	Brd Trias	Br		S-Ce-B-P-G	112
	DJ. GORAA	428	353			F	Eocène	Calc	Ca	S-V	112
	Foum et Tfifila	427	353			F	Cénomanien	Mc	Lm-Ba	G	112
	NEFATE	429	344			I	Zone de			S-Ce-B-G	113
	FEDJ EL ADOUM	429	342	15.000	13.000	I	bordure	Br	Ca-Sr-Ba	S-Ce-B-P-G	113
	DJEBEL TOUILA	429	341	10		I	du Trias			G	113
	Dj. Sfa bou Bekr	422	349			F	Cénomanien	Mc	Ca	G	235
XXXIII	SIDI BOU HAOULI	432	355			F	Cénomanien	Mc		S-G	114
	DJEBEL LAFFINA	431	355	45	4	F				S-Ce-B-G	114
	Oued Maksbaya	459	350			F	Albien	Mc		G	115
	Aïn Younes	453	349			F	Aturien	Mc		Ce-G	116
	Djebel Chetlou	452	346			S	Oligocène	Gr		Ce-G	117
	SILIANA	461	348	12		F	Aptien	Mc	Ba	G	118
	MAHJBIA EST	460	349			I	Brd Trias	Br	Gy	S-Ce-B-P-G	119

TEBOUR-SOUK	MAHJBIA OUEST	459	348	10	170	I	Brd Trias	Br	Gy	S-Ce-B.P.G.	119
	KOUDIAT SODA	453	344	100		SF	Aturien	Mc	Ca	Ce-G	120
	KOUDIAT SAFRA	451	342	1.300		S	Oligocène	Gr		Ce-G	121
	AZEM EL ASOUD	450	342			S					121
	Bazina Serira	448	339			F	Eocène	Calc		P-G	122
XXXIV BOU ARADA	Aïn et Tfifila	464	349			F	Aptien	Mc	Ba	G	123
XXXV ZAGHOUAN	*SIDI ET TAIA*	523	343	10.000		SFR	Jurassique	Calc	Ca-Ba-Sr-Fl	G	124
	GRAND ZAGHOUAN	518	339	1.100	16.800	SFR			Ca-Ba-Sr-Fl	S-G-Cu	125
	DJ. EL KOHOL	514	334	1.300	90	SFR			Ca-Fl	S-G-Cu	126
XXXVI BOU FICHA	Hammam Zriba	527	338			S	Jurassique	Calc	Fl-Ba-Sr	G-B	127
	Djebel el Azreg	545	345			S			Ba	G-B-Cu	128
	Hammam Jedidi	544	344	324		S			Ba-Sr-Fl	S-G-B-Cu	129
	Cheikr el Groun	546	344			F	Crétacé inf.	Mc	Ca	S-G	130
XXXVII bis OUED MOUGRAS	Aïn Touabine	1.011	358			F	Campanien	Calc	Lm-Ba	G-B	131
	Koudiat el Halfa	1.011	356			S	Cénomanien	Calc		B	132
	Manoubi	1.011	340			F	Sénonien	Mc	Ca	G	153
	K. GENTROUS	1.010	339			I	Brd Trias	Br	Ca	S-G	134
XXXVIII OUARGHA	Lalla Aïcha	366	344			S	Oligocène	Gr		S-G	135
	DJ. CHENNKOURA	369	344	27	375	F	Campanien	Calc	Ca-Ba	S-Ce-G	135
	AIN KHOLA	370	344		225	F	Turonien	Calc	Ca	S-Ce-B-G-R	135
	FEDJ ASSENE	368	343		3.070	F			Ca	S-B	136
	DJ. METRIF	370	344		175	F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba	S	135
	DJ. AALEM	369	342			F			Ba	G	136
	EL HAOUAREK	371	343			I	Albien	Mc		B	137
	O. bou Adila	374	343			F	Aptien	Mc	Ca	G	137
	CHABET ED DIBA	371	341			F				G	138
	OUM EZ ZOUITINE	370	340			S				B-G	138
	Djebel Takrona	366	337			F	Cénomanien	Calc	Ca	G	139
	Djebel bou Afia	377	343	13		I	Brd Trias	Br	Ca	G	140
	Oued en Nedjma	374	338	5		F	Aptien	Mc	Ca	B-G	141
	Koudiat Guergour	375	337			F	Turonien	Mc	Ca	G	142
	R. TOUIREUF EST	383	341			I	Eocène	Calc	Ca	Ce-G-B	143
	R. TOUIREUF OUEST	382	340	15.400		I					144
	DJ. EL LAFI	382	339			F	Campanien	Calc	Ca	S-Ce-G-P-B	145
	DJ. TOUIREUF	381	338	2.250	55	F				S-Ce-G	145
	DJ. BALLOUTE	379	336	240		F				Ce-G	146
	Kebeur er Roumi	376	335			F				G	147
	Sidi Abdallah	374	331			F				G	148
	Sidi Lakrdar	372	330			F				G	148
	Sidi Zid	371	329			F				S-G	148
	K. ben Krlil	379	334			F		Calc	Ca	S-G	146
	Oum el Arbaïne	384	331			I	Brd Trias	Br	Lm	S	149
	Henchir el Guellal	384	330	66		F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba	S-B-P-G	150

IV. - TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFÈRES EN TUNISIE *(suite)*

Feuilles au 1/50.000me	Noms des gisements	Coordonnées Lambert		Production en tonnes-métal au 1/1/51		Type	Situation Géologique		Minéralisation		Nos du 1/500.000me
		x	y	Pb	Zn		Etage	Magasin	Gangue	Minerai	
XXXVIII OUARGHA (suite)	Aïn es Sid	385	335	1		F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba	B-P-G	151
	Oued Zarzoura	384	334			F			Ba	G	151
	Oueldjet Zaara	385	329			F			Ba	G	152
	Sidi Messaoud	393	337			F			Lm	G	153
	Djebel Siouf	390	336	3		F	Aptien	Calc	Ca	G	154
	Sidi Gueltaï	389	333			F			Ba	Ce	154
	Chabet en Nemra	387	324			I	Brd Trias	Br	Ba	S-G	155
	Berkouchia	396	331			FS	Turonien	Calc	Ca	G	156
XXXIX NEBEUR	Dj. Rhezlane	411	339	123		F	Campanien	Calc	Ca	G	157
	Tellet Messaoud	408	338			F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba	G	157
	DJ. RABTA	403	336			F	Albien	Mc	Lm	G	158
	MELALISS	403	336	3.000		F	Cénomano-Turonien	Calc	Ca	Ce-G	158
	OUED EL KOHOL	401	335			F			Ca	S-Ce-G	158
	SIDI MERZOUG	400	333	3.000	200	F	Campanien	Calc	Ca	G	159
	BELOUACHE	398	333	800		S	Cénomanien	Calc	Lm	Ce-G	160
	DJ. HADIDA	399	332			F			Ca	G	160
	KEBBOUCH NORD	415	332	200	120	I	Zone de bordure du Trias	Br	Ca	S-Ce-B-G	161
	KEBBOUCH ASTURIENNE	411	325	800	2.100	I				S-Ce-B-G	162
	MAJEMBIA	411	323	900	100	I				S-Ce-B.P.G.	163
	KEBBOUCH SUD	412	323	3.900	1.300	I				S-Ce-B.P.G-Cu	164
	BOU KHIL N-W	428	332			F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba	G	165
XL GAFOUR	DJ. BOU KHIL 743	429	333			F	Campanien	Calc	Ca	G	165
	DJEBEL OUIBA	431	335			F	Cénomanien	Calc	Ca-Ba-Sr	S-G	166
	BOU KHIL S-E	431	331		1.400	I	Bordure du Trias	Cc dol. et Br		S-Ce-B-G	167
	ADAMA	442	333	55		I					168
	DJ. EL AKHOUAT	441	331	2.600	5.700	FI	Cénomanien	Calc	Ca	S-Ce-B-P-G	169
XLII DJEBEL FKIRINE	KEF EL AZEIZ	508	325			FS	Jurassique	Calc	Fl	S-G	126
	Dj. bent Saïdane	508	326			F			Lm	S-Ce-G	241
XLIII ENFIDA	Kef en Nsoura	529	327	4		F	Jurassique	Calc	Ba	G	170
	Rhar ed Deba	530	325	4		FS					170
	Djebel Garci	531	318		30	F	Aptien	Calc		S-G	171
XLIII bis	*SAKIET*	1.009	338	31.000	24.000	FI	Zone de Bordure du Trias	Br		S-Ce-B-P-G	134
	ARBAINE OULI	1.006	335			F				S-Ce	172
	GRAND KOUCHA	1.007	334	5.700		I			Ba	B-P-G	173

GAMBETTA	PETIT KOUCHA	1.006	333	150		I	Brd Trias	Br		B-P-G	173
	Dj. Ladjbel	1.007	324			F	Aptien	Calc	Ca	S	174
	Sidi Rabah	1.008	319			F				S-G	175
XLIV LE KEF	Koudiat Zerga	389	319			F	Campanien	Calc	Ca	Ce	236
	Dj. Ksikiss	369	314			F	Cénomanien	Mc	Ba-Lm	S-G	176
	K. el Mrira	380	320			I	Bordure du Trias	Br	Ba	G	177
	O. er Rmel	379	319			I			Lm	G	177
	K. el Hamra	387	321	10		I		Br		G-Cu	178
	O. Rhar et Torba	381	315			F	Campanien	Calc	Ba	S-G	237
	K. EL BEHMIA	381	312	12	37	I	Zone de Bordure du Trias	Br	Ca	S-G	179
	ZAG ET TIR	379	311	100		I			Ca-Sr	S-G	179
	K. OUM HADHOUD	377	310	14		I				S-G	180
	DJ. ET TARABIA	376	312		27	F				S-G	180
	O. EL GUIZANE	375	310			F	Cénomanien	Calc	Ca	G	180
	Mergueb	390	309			F					181
	K. en Nebade	379	305			F	Campanien	Calc	Ca	G	182
XLV LES SALINES	K. BARHELA	401	312	68		I	Bordure du Trias	Br	Sr	B-G	183
	DJ. OUDIBA	400	312	550	150	I				S-Ce-G	183
	BOU GRINE	414	312	58	1.200	F				S-Ce-B-P-G	184
	DJ. LORBEUS	411	307	1.300	10.000	F	Campanien	Calc	Ca	S-Ce-B-G	185
	GUENAOUA	410	309			F				S-Ce-G	186
	Arg. er Ras	409	305			F				G	238
XLVII DJEBEL BARGOU	Bahirine	474	305			S	Aptien	Cc dol.	Ba	S-G	240
	Dj. Guitoune	475	299			S				S	239
	S. Moh. b. Khalifa	470	303			S				G	187
	Kroumet el Gaada	470	297			S				G	202
XLIX SIDI BOU ALI	Djebel Fadeloun	525	310			F	Aptien	Calc	Ca	G	188
L bis DJEBEL OUENZA	Dj. Sidi Ahmed	1.006	318			F	Aptien	Calc	Ca	S-G	175
	Kef el Louizat	1.006	315			F				S-G	189
	Kef Sidi Sabi	1.010	314			F				G-Cu	189
	Dj. Hameïma	1.010	301			F				S-G	190
	Dj. Sayen	1.007	314			F				G	189
LI TADJE-ROUINE	GARN ALFAYA	376	302	2.300	6.300	FR	Campanien	Calc	Ca	S-G	192
	DJ. OUM EDEBOUA	373	301	32.000		F	Cénomano-Turonien	Calc	Ca	G-B	192
	K. EL MORRA	372	301	500		F				G	193
	K. EL HAMRA	371	301	1.000		F				S-G	193
	K. AZIBA	370	299	200		F	Aptien	Calc	Q-Lm	G-Cu	193
	K. ELLEBA	367	297			F			Ca	G	194
	KOUDIAT SIDII	391	301	450	1.300	I	Brd Trias	Br		S-Ce-B-P-G	195
	DJ. EL KFA	376	286			F	Campanien			S-G	196
	SLATA NORD	370	288	207		F	Aptien	Calc	Ca	G	197

IV. - TABLEAU DES GITES ET INDICES PLOMBO-ZINCIFÈRES EN TUNISIE *(fin)*

Feuilles au 1/50.000me	Noms des gisements	Coordonnées Lambert		Production en tonnes-métal au 1/1/51		Type	Situation Géologique		Minéralisation		N.os du 1/500.000me
		x	y	Pb	Zn		Etage	Magasin	Gangue	Minerai	
LI TADJEROUINE (suite)	SLATA N-W	369	288			F	Aptien	Calc	Ba	G	197
	SLATA-FER	369	287	300		FS			Lm	G-Cu	197
	CHARREN	371	288	800		S			Ba	G	197
	SIDI AMOR	371	285	103.000		FRS			Ca-Ba-Q	G	198
	SIDI NASSEUR	371	286	141		F			Ca-Ba	G	198
	K. BEN JAOU	367	285	400		F	Turonien	Calc	Ca	G	199
LIII MAKTAR	Djebel Bellouta W	455	290			F	Aptien	Cc dol	Lm	S-G-B	200
LIV DJEBEL SERDJ	Djebel Bellouta E	459	291			F	Aptien	Cc dol	Lm	S-G-B	201
	Kef Rharsa	469	295		1.500	F			Ca	S-G-B	202
	DJEBEL SERDJ	472	294			F				S-G-B	203
LIX KALAAT ES SENAM	DT. EL HALLOUF	370	283			F	Campanien	Calc	Ca	S-Ce	191
	KEF EL JEGAGA	366	284	400		F	Turonien	Calc	Ca	G	199
	Sidi Hedil	360	281			F	Aptien	Calc		G	204
	BOU JABER	353	272	23.500	7.000	FRS			Ca-Ba-Fl	S-H-G-B	205
	Djerissa	387	282			S			Lm	G-B	206
	Bou el Haneche	391	268			FS			Ca-Lm	G	207
LX AIN EL KSEIBA	Bou el Haneche E	394	269			FS	Aptien	Calc	Ca-Ba	G	208
LXI ROHIA BARBROU	DJEBEL SEKARNA	428	271	2.600	7.250	FS	Eocène	Calc	Ca	S-G	209
	RASS EL GUEZIR	428	270			FS				S-G-B	209
LXIII KAIROUAN	El Guern	507	270			F	Aptien	Calc	Ca	G	210
LXVIII KSAR TLILI	SIDI MABROUK	408	244		400	F	Ct Mioc-Eoc	Gr-Cc	Lm	S-Cm	211
LXIX SBIBA	DJ. EL ABEID W	452	243	1.400		S	Oligocène	M	Gy	G	212
	Koudiat el Beïda	442	239			S	Aptien	Cc dol	Ba	S	213
	A. el Guemmame	446	239			S				S-G	213
LXX DJEBEL TROZZA	DJEBEL TROZZA	471	250	51.000		F	Aptien	Calc	Ca	Ce-G	214
	EL ALA	472	252		1.200	FS				S-G-B	214
	EL ABEID EST	461	242	20		S	Eocène	Mc		G-P	215
	TOUILA NORD	481	237	80	1.300	S	Cénomanien	Cc dol	Ca	S-G	216
	TOUILA SUD	481	236	2.900	6.400	S				S-B-P-G	216
LXXI PAVILLIER	*LORIDGA*	486	239	3.200		S	Brd Trias	Br	Ca	G	217
LXXV	*AZERED*	379	242	260	8.000	S	Aptien	Cc dol	Ca-Ba-Q	S-G-Cu	218
	DAHER EL HAMAR	379	239	100		F	Cénomanien	Calc	Ba	Ce-G-Cu	218
	AZERED W	377	240		33	S				S-G	218

	Bou Rhanem	373	237	6	22	S	Cénomanien			S-G	219
DJEBEL BIRENO	DJ. EL HAMRA	370	232	90	30	S	Aptien	Cc dol	Ca-Ba	S-G	220
	FEDJ EL FAKKAT	372	232			S				Cm-G	220
	BIR EL FORZA	371	231	135		F	Albien	Mc		Ce-S-G	220
	HAMRA SUD	368	228	5	1	S	Aptien	Cc dol	Ba	S-G	221
	Kef el Attra	366	227			F				G	222
	Dj. el Mennchar	385	237			S	Cénomanien	Calc	Ca	S	242
LXXVI	GUEMATA	390	230		80	S	Ct. Mioc-Ecc	Gr-Cc	Lm	S-Cm	223
DJEBEL SEMMAMA	A. KHAMOUDA	393	227		938	FR	Sénonien	Calc	Lm	S-Cm	224
	Dj. Tiouacha	415	240			S	Ct. Mioc-Crét	Calc		S-Cm	243
LXXVII	Dj. Hajla	441	238			S			Lm	S-G	225
DJEBEL MRHILA	A. el Gassa	445	238	40	55	S	Aptien	Cc dol	Ba	G	225
	A. el Kerma	444	237			S			Ba	G	225
LXXVIII HADJEB EL AIOUN	Dj. bou Gobrine	484	225			S	Jurassique	Cc dol		S	226
LXXXIII bis B. CHEKKA	Hennchia	387	210			S	Cénomanien	Cc dol	Ba	S-G	227
	KEF CHAMBI	389	213	6.700		S				S-Cm-G	227
	DJ. EL AGAB	391	217	1.000		S	Cénomanien	Cc dol	Ba	G-V	228
LXXXIV	DJ. ZEBBEUS	393	217	500		S				S-G	229
KASSERINE	KEF MUNGAR	396	212	40		S	Aptien	Cc dol	Ba	G	230
	SIDI BOU LAABA	396	217	50		S				G	229
	MECHBOUR	417	204			S				S-G	231
	AIN NOUBA	414	205	1.400	6.300	S	Cénomanien	Calc		S-G	231
LXXV SBEITLA	Djebel Koumin	433	204			S	Cénomanien	Cc dol		S	232
1/100.000e											
49 SIDI KHALIF	Dj. Chaab el Attaris	8G 18	39G 13			S	Cénomanien	Cc dol	Ca	G	
55 BLED ER RGUEB	Dj. Matleg	8G 19	38G 83			I	Bord. Trias	Br	Ca	G	
	Dj. Naemia	8G 19	38G 47			S				S	
62	Dj. Smara	8G 30	38G 42		3	S	Cénomanien	Calc	Sr	S	
MAKNASSY	Dj. en Nedjilet	8G 31	38G 38	17		S				G	
	Mezzouna	8G 33	38G 38			S				G-B	
91	OUM EL AFIA	8G 71	37G 16			S	Cénomanien	Calc		S-G	
MATMATA	DJ. TEBAGA	8G 74	37G 12	64	1.200	F				S-G	
	Dj. Souinia	8G 81	37G 14			F	Permien	Calc	Ca	S-G	

BIBLIOGRAPHIE

Cette liste ne comporte que les ouvrages généraux : les notes et rapports, relatifs à un gisement particulier, sont cités à la fin de chaque monographie.

Archives de la Direction des Travaux Publics de Tunisie

1. Berthier (J.), 1914, La formation des gîtes métallifères tunisiens. — (*Bull. Soc. Ind. Min.*, Saint-Etienne, (5), T. V., pp. 81-93).
2. Berthon (L.), 1922, L'industrie minérale en Tunisie, Tunis.
3. Blondel (F.), 1934, La répartition mondiale des gisements de zinc et de plomb. (*Bull. Soc. géol. France*, (5), T. IV, pp. 213-214).
4. — 1935, Le plomb, le zinc et l'argent, *in* Les ressources minérales de la France d'Outre-Mer. (*Publ. Bureau Etudes géol. min. col.*, T. III, pp. 1-116).
5. Bolze (J.) et Schneiderhöhn (H.), 1952, Métallogénie hydrothermale dans les monts de Teboursouk (Tunisie). (*Bull. Soc. géol. France* (6), T. I, pp. 381-388).
6. Bouladon (J.), 1949, Les gisements de plomb et de zinc en Afrique du Nord, (*Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, N° 74, T. II, pp. 163-181).
7. Brives (A.), 1918, Contribution à l'étude des gîtes métallifères de l'Algérie, Alger.
8. Bruet (E.), 1932, Recherches sur l'évolution continentale de quelques sédiments. (*Thèse*, Paris).
9. — 1933, Les différentes zones des gisements plombifères de Tunisie. (*Econ. Géol.*, T. XXVIII, N° 7).
10. — 1933, Les différentes zones des gisements plombifères de Tunisie, (*C. R. XVI° Congr. géol. int.*, Washington).
11. Calembert (L.), 1941, Contribution à l'étude des gîtes métallifères d'Algérie-Tunisie, (*Rev. Univ. Mines*, (8), T. VII).
12. — 1941, Recherches sur le rôle des masses calcaires dans la tectonique de l'Atlas algéro-tunisien, Bruxelles.
13. Castany (G.), 1952, Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental), (*Thèse*, Paris).
14. Dalloni (M.), 1939, Géologie appliquée de l'Algérie, (*Coll. Cent.*, Alger).
15. Despujols (P.) et Termier (H.), 1946, Introduction à l'étude de la métallogénie et à la prospection minière, (*Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, N° 66).
16. Dunham (K. C.), 1949, Introduction to the Symposium on the geology, paragenensis and reserves of the ores of lead and zinc, (*C. R. XVIII° Congr. géol. int.*, London).
17. Dussert (M.) et Bétier (G.), 1931, Les mines et les carrières en Algérie, (*Coll. Cent.*, Alger).
18. Glangeaud (L.), 1935, Origine des gîtes métallifères du Nord de l'Algérie, (*Congr. Int. Min. Mét. et Géol. appl.*, Paris, T. I, pp. 145-158).
19. Goguel (J.), 1946, La fracturation des roches, phase préliminaire de la minéralisation, (*Houille, Minerais, Pétrole*, N° 3-4, pp. 103-108).
20. Granottier (A.), et Sainfeld (P.), 1949, Les gisements de plomb et ,de zinc en Tunisie (*Ann. Min. et Géol.*, N° 5, Tunis).
21. Gsell (S.), 1928, Vieilles exploitations minières dans l'Afrique du Nord (*Hesperis*, T. VIII).
22. Joleaud (L.), 1920, Les richesses minérales de l'Afrique du Nord, (*Bull. Soc. Encour.*, Paris, T. 132, pp. 417-435).
23. — 1921, La structure géologique et les gîtes minéraux de l'Afrique du Nord, (*C. R. Congr. Assoc. fr. Avanc. Sc.*, Rouen, pp. 1569-1586).
24. — 1923, La géologie et l'exploitation des gîtes minéraux de la Tunisie, (*Rev. scient.*, Paris, 26 mai 1923, N° 10, pp. 303-307).
25. — 1929, La géologie et les mines de la Tunisie, (*Annales coloniales*, Paris, juillet 1929, 30^{me} année, N° 7).

26. JOLEAUD (L.), 1930, Contribution à l'étude des gîtes de plomb de la Tunisie septentrionale, (*C. R. XV^e Congr. géol. intern.*, Pretoria, vol. 2, pp. 444-445).

27. — 1932, Algérie et Tunisie, *in* : La géologie et les mines de la France d'Outre-Mer, (*Publ. Bureau Etudes géol. min. col.*, Paris, pp. 1-128).

28. LACROIX (A.), 1893-1913, Minéralogie de la France et de ses colonies, Paris.

29. — 1931, La minéralogie de la France d'Outre-Mer au Museum National d'Histoire Naturelle, (*Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, (2), T. III, suppl. 1931).

30. LAUNAY (L. DE), 1903, Les richesses minérales de l'Afrique, Paris.

31. — 1913, Traité des gîtes minéraux et métallifères, Paris.

32. LINDGREN (W.), 1933, Mineral deposits, New-York, (4^me édition).

33. MICHEL (L.), 1922, Notes sur les gîtes métallifères du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, — *in* : Etudes et notes de géologie appliquée, Paris.

34. NIGGLI (P.), 1929, Ore deposits of magmatic origin, London.

35. PERVINQUIÈRE (P.), 1903, Etude géologique de la Tunisie centrale, Paris.

36. RAGUIN (E.), 1935, Observations sur les gîtes métallifères de contact, (*Bull. Soc. géol. Fr.*, T. IV, fasc. 6-7, pp. 563-592).

37. — 1949, Géologie des gîtes minéraux, Paris (2^e édition).

38. — 1949, Métallogénie hydrothermale et failles vivantes, (*Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), T. XIV, pp. 415-426).

39. REUFFLET (P.), 1931, L'évolution de l'industrie minérale en Tunisie, entre les années 1922 — et 1930, Tunis.

40. SAINFELD (P.), 1949, Les gîtes de plomb et de zinc en Tunisie, (*C. R. XVIII^e Congr. géol. intern.*, London).

41. SCHNEIDERHÖHN (H.), 1941, Lehrbuch der Erzlagerstattenkünde, Berlin.

42. SOLIGNAC (M.), 1927, Etude géologique de la Tunisie septentrionale, (*Thèse*, Lyon).

43. TERMIER (P.), 1908, Notes de tectonique tunisienne et constantinoise, (*Bull. Soc. géol. Fr.*, — (4), T. VIII, pp. 103-123).

44. TOMMY-MARTIN (J.), 1949, Les mines anciennes en Tunisie, (*Bull. Conf. gén. Com. Ind.*, — N° 8, pp. 682-686).

INDEX ALPHABETIQUE DES NOMS DE LIEUX

Les abréviations entre parenthèses correspondent aux termes géographiques arabes :

Aïn (source) ; Arg. = *Argoub*, Kr. = *Kroumet* et Da. = *Daher* (croupes) ; B. = *Bir* (puits) ; Ch. = *Chabet* et Tab. = *Tabet* (ravins) ; Dj. = *Djebel* (montagne) ; Djt. = *Djebilet* et Kt. = *Koudiats* (monts) ; *Kef* (falaise) ; Sf. = *Sfaïet* (rocher) ; *Rass* (sommet) ; Saf. = *Saffat* (crêtes) ; O. = *Oued* (rivière) ; F. = *Fedj* (col) ; Kh. = *Khanguet* (gorge) ; D. = *Douar*, Bl. = *Bled*, Kal. = *Kalaat*, Bj. = *Bordj*, Ks. = *Ksar*, M. = *Mechtat* et *Dar* (lieux habités) ; Hr. = *Henchir* (champ) ; F. = *Foum* (débouché) ; Hm. = *Hammam* (bains) ; *Rhar* (grotte) ; *Sidi* (Saint) ; *Lalla* (Sainte).

Entre parenthèses, également, sont les termes : *el, bou, ben, oum, ech, et, ez* et *ed*, courants devant les noms des lieux.

Les noms des gisements décrits dans les monographies régionales sont en CAPITALES ; les *chiffres en italique* indiquent la pagination des descriptions principales.

A

AALEM (Dj.) *48*, 265
Abdallah bou Kard (Sidi) 263
Abdallah (Sidi), *f. La Calle* 262
Abdallah (Sidi), *f. Ouargha* 265
Abd el Jebbar (O.) 73
ABEID (Dj. el) 10, 12, 223, *230*, 268
Abied (Dj. el) 262
Abiod (Arg.) 261
ABIOD (Dj.) *38*, 261
Abiod (Kef el) 261
Achour (Dj.) 263
Achour (Sidi) 261
ADAMA (O.) *152*, 266
ADILA (O. bou) 46, *48*, 265
Adissa (Dj.) 263
ADOUM (F. el) 2, 9, 12, 113, *121*, 249, 250, 252, 256, 257, 258, 264
Afia (Dj. bou) 265
AFIA (Dj. oum el) *244*, 269
AFOU (B. el) *53*
AGAB (Dj.) *217*, 250, 256, 269
Ahmar (Arg. el) 260
Ahmed (Dj. Sidi), *f. Ouenza* 267
AHMED (Sidi), *f. Nefza* 9, 33, *38*, 256, 257, 261
Ahmed ben Messaoud (Sidi) 261
Ahmed el Bedoui (Sidi) 264
AHMERA (Dj. el) 9, *118*, 263
Aïcha (Lalla) 265
Ajred (Dj. el) 261
AKHOUAT (Dj. el) 9, 12, 113, *151*, 249, 256, 257, 258, 266
ALA (El) *226*, 230, 268
Alaoui (Sidi el) 17, 261
Ali (Sidi bou), *feuille* 267
ALIA (El) 9, 12, 113, *115*, 260
Ali ben Trad (Dj.) 260
ALI BOU KOUCHE (Sidi) *61*
ALI LAKHDAR (Aïn) *212*
Alleg (Sidi bou) 261
ALLEGA (Aïn) 9, 11, 15, 17, *21*, 25, 250, 256, 257, 261
AMARA (Dj. ben) 9, 33, *38*, 256, 257, 262
AMDOUNS 9, 12, 33, *38*, 247
Ameur (Dj. Sidi) 260
AMISSA (Saffat el) *192*

Amor (Dj. Sidi), *f. Tabarka* 260
AMOR (Dj. Sidi), *f. Nebeur* *105*
AMOR BEN SALEM (Sidi), 2, 3, *165*, 247, 248, 250, 252, 256, 257, 258, 268
Amor bou Zitouna (Sidi) 60
Anntra (Dj.) 262
Aoualia (Aïn el) 260
Aouana (Aïn) 261
Aouana (El), *station* 60, 63, 66
AOUANE (Sidi bou) 9, 12, 51, *72*, 247, 248, 250, 256, 257, 258, 263
Aoukaz (Dj. bou) 263
AOUN (Sidi el) *36*, 260
Arada (Bou), *feuille* 265
Arbaïne (Dj. oum el) 265
ARBAINE OULI (Dj.) *89*, 266
Argoub (Bou) 128
Ariana, *feuille* 262
Ariane (Aïn el) 258
Arid (Sidi O.) 263
Aroussa (El), *station* 144
Asker (Sidi) 261
ASSENE (Fedj) 9, 12, 33, 38, *46*, 256, 265
ASSUED (Kef el) *192*
Attra (Kef el) 269
Ayadi (O. el) 237
Ayed (Aïn Sidi) 189
Ayed (Sidi), *station* 147
Azag (Dj.) 260
AZEIZ (Kef el) *196*, 266
AZEM EL ASOUD *147*, 265
AZERED (Dj.) 2, 10, 12, 179, *206*, 247, 256, 257, 268
AZIBA (Kt.) *136*, 267
Azreg (Dj. el) 265
Azzag (Dj. el) 261

B

Bahirine 267
Bahr (O. el) 262
BALLOUTE (Dj.) *80*, 265
Barbrou (Dj.), *feuille* 268
BARCHE (Dj.) *98*, 263
Bargou (Dj.), *feuille* 267
BARHELA (Kt.) *133*, 256, 267
BARRATCHEI *129*
BATTOUM ES SIBA *219*
BAZINA 9, 11, 51, *63*, 256, 257, 261
Bazina Serira 265
BECHATER ou BECHATEUR 9, 11, 33, *35*, 256, 257
Bechir (Dj.) 262
Bechir (Sidi el) 260
Bechtab (Dj.) 263
Begrat (O.) 90
BEHMIA (Kt. el) *110*, 267
Beïda (Kt. el) 268
Beïda (Sef. el) 236
Beja 69, 94, 97, 263
BEKKOUCH (Aïn) *27*, 263
BELKASSEM (Sidi) *121*, 256
Bellouta (Dj.) 10, 268
BELOUACHE *107*, 256, 266
Berda (O.) 225
Berka (O. el) 28
BERKOUCHIA *105*, 266
Berrina (Kef el) 207
Bessouagui (Dj.) 263
Bey (Aïn el) 72, 263
Bireno (Dj.), *feuille* 268, 269
BIRET *41*, 261
Bizerte, *feuille* 260
Blidah (Kef el) 190
BOURZEN 190, *192*
BRIKA (Dj.) *42*, 262
BRIKA (Petit) *42*
BRIMA (Dj. bou) *42*, 261

C

Calle (La), *feuille* 262
Cap Bon, *feuille* 260
Chaab el Attaris (Dj.) 269
Chambi (Bordj) 2, 217, 221
CHAMBI (Kef) 10, 12, 179, *217*, 247, 252, 256, 257, 258, 269
Channgoura (Aïn) 118
CHANNGOURA (O.) *119*
CHARA (Dj.) 9, 12, 51, *69*, 257, 263
CHARREN *165*, 268
Chebka (Bou), *feuille* 269
CHEBKA (Dar ech) *143*, 264

Chegag (Kef ech) 263
Cheggaga (Dj. ech) 261
Cheïd (Dj. ech) 144, 147, 151, 155
Cheikr el Groun (Dj.) 265
Chems (Bled ech) 133
Chen Groa 260
CHENNKOURA (Dj.) *47*, 265
Cherichira 223, 225, 230
CHETLOU (Dj.) *149*, 264
CHETOUA (Aïn) *42*, 262
Chitana (Dj.) 263

D

DAOUDA (Dj.) *36*
DAMOUS (Dj.) *41*
Damous (O.) 17
Deba (Rhar ed) 266
Debadib (Dj.) 251
Decheret Sidi Medine 189, 190
DEFLA (O. ed) *92*
Dekaounia (Sidi ed) 260
DEMNET EL HALLOUF *166*, 268
DEROUAIA (Bou) *121*
Diba (Ch. ed) 265
DINA (Bou) *53*
DISS (Dj.) *70*, 263
DISS (Dj. ed) 9, 12, 15, *25*, 256, 263
DJALTA 12, *53*, 247, 256
DJEBBA 2, 4, 9, 12, 51, *100*, 250, 256, 257, 264
DJEBBA (O.) *102*
Djebeline (O.) 181, 182
Djebil (El) 72
Djebla (Dj. bou) 261
DJEBS (O.) *141*, 264
Djebs (Tab. el) 260
DJEDARIA 9, 12, 113, *118*, 256, 263
DJENINE (Aïn) *122*
Djerda (Kalaa) 206, 214
Djerissa (Dj.) 268
Djourane (Bou) 260
DOGRA 9, 11, 113, *133*, 256
Douamis 262
Douaria 17, 261
Dougas (Dj.) 22, 261
Draham (Aïn) 262
DRISS (Sidi) 9, 15, *17*, 250, 256, 257, 260
DYR ENFECK 40, *42*, 262
Dzerouaïa (Sidi bou) 262
Dzouïvia (Aïn) 72

E

Ebba Ksour, *station* 163, 202
EDEBOUA (Dj. oum) *136*, 256, 267
ELLEBA (Kt.) *138*, 267
EMBAREK (Sidi) *38*, 262
Enfida, *feuille* 266
Eygoum (Bou) 136

F

Fadeloun (Dj.) 267
Fahs (Pont-du-), *station* 199
FAKKAT (Fedj el) *212*, 269
Feddam (Dj.) 166
Fellous (Aïn) 262
FERNANA *121*, 258
Fernana, *feuille* 263
Ficha (Bou), *feuille* 265
Figel (Rag. el) 261
Fkirine (Dj.) 196, 266
FORZA (B. el) *212*, 269
Foussana 206, 211, 214, 215, 217
Freche (Dj.) 105

G

Gabes 243
Gabrit (Hm.) 252, 258
Gafour 147, 151, 266
Galite (La) 8, 250
Gambetta, *feuille* 266, 267
Garci (Dj.) 266
GARDABBA *70*
Garjouma (El) 218, 219
GARN ALFAYA 2, 9, 12, 113, *136*, 250, 256, 257, 258, 267
Gassa (Aïn el) 269
Gassaa (Dj. el) 110
GENTROUS (Kt.) *85*, 265
Ghardimaou 28, 46, 264
GHERIFFA (Dj.) *53*, 261
GHRABA *40*, 261
Gobrine (Bou) 190
Gobrine (Dj. bou) 269
GORAA (Dj.) *100*, 256, 264
Goufaï (Dj.) 106
GOUIBA (La) *21*, 261
Goulette (La), *feuille* 263
GOURAYA (H.) *36*
GOURINE (El) *129*
Goussa (H. el), *feuille Dj. Bireno* 209
Goussa (H. el), *feuille Nebeur* 128
Goutrane (Dj. bou) 72
GRARIA 9, 51, *60*, 262
GRAYA (Dj. el) *35*, 260
GREFA (Dj. el) 9, 51, *53*, 256, 257, 258, 260
GRICH (Aïn) 9, *94*, 263
GRINE (Dj. bou) 9, 12, 113, *159*, 267
Grombalia, *feuille* 264
GROURA (Dj.) *29*, 264
GUELAA *203*
Guellal (H. el) 265
Gueltaï (Dj. Sidi) 266
GUEMATA *214*, 269
Guemmane (Aïn el) 268
GUENAOUA (Kt. el) *161*, 267
Guergour (Kt.) 265
Guerinat (Dj. oum) 263
Guern (El) 268
GUEZIR (Rass el) *203*, 268
Guitoune (Dj.) 267
GUIZANE (O. el) *111*, 267

H

Haddada (Dj.) 18
HADHOUD (Kt. oum) *110*, 267
HADID (Dj. Kh. el) *168*
Hadida (Dj.) 266
Hadifa (Dj.) 251
Hadjeb el Aïoun 225, 230, 269
Hadjel (Aïn) 263
Hajla (Dj.) 269
HAKIMA (Bj.) *116*, 260
Halfa (Kt. el) 265
Halgen Naga 262
Halima (Fedj) 264
HALLOUF (Dj.) 2, 3, 9, 12, 51, *72*, 247, 248, 250, 252, 256, 257, 258, 263
HAMADI (Aïn) *212*
HAMAR (Daher el) 2, *207*, 268
Hamed ben Khalifa (Dj.) 263
Hameïma (Dj.) 267
Hammaja (O. el) 166
HAMMALA *127*
Hammam (Aïn el) 105
Hamra (Aïn el) 121, 122
HAMRA (Dj. el) 10, 12, 179, *211*, 247, 256, 269
Hamra (Kt.) 128
Hamra (Kt. el), *feuille Le Kef* 267
HAMRA (Kt. el), *feuille Tadjerouine* *136*, 257, 267
HAMRIA *161*
Haneche (Dj. bou el) 268
Haouari (Sidi el) 263
HAOUARIA (El) 9, 12, 51, *97*, 257, 263
HAOUAREK (Dj. el) *48*, 265
Haouli (Sidi bou) 264
Hara (Dj. el) 262
HASSANE (Tabet el) *122*
HASSENE (Sidi) 72, *76*
Hateb (Oued) 230, 231
Hedil 53, 60, 63, 66, 90, 261
Hedil (Sidi) 268
Hennchia 269
Henndi (Ch.) 207
Henndi (Kef el) 237
Houimel (Sidi) 261

I

Ichkeul (Dj.), *feuille* 260
Imam (Fedj el) 262

J

JABER (Dj. bou) 2, 4, 9, 12, 113, *174*, 247, 250, 252, 256, 257, 268
JAOU (Kt. ben) *166*, 268
Jedidi (Hammam) 10, 250, 252, 258, 265
Jefna, *station* 60
JEGAGA (Kef el) *166*, 268
Jenah (O.) 261
Jendoubi (Kt. el) 261
Jimla 262
Jouaouda 263
Jouaouda (Dj.) 121
JOUR (O. el) *119*

K

Kadjti (O. el) 25
Kafi (Sidi el) 264
Kairouan 225, 236, 268
KAOUACHE (H. el) *116*, 260
Kasseb (O.) 72
Kasserine 211, 217, 233, 269
KCHERIDA (Bou) *121*, 258
KEBBOUCH (Dj.) 3, 9, 12, 113, *127*, 160, 247, 250, 256, 257, 266
Kebeur er Roumi (Dj.) 265
Kechtilou (Dj.) 264
Kedim (Arg. el) 263
Kedim (O.) 127, 128
Kef (Le) 136, 267
Keman (O. el) 260
Kerma (Aïn el) 269
KERMATE (Dj. el) *95*, 263
Kessera (La) 10, 179
Kfa (Dj. el) 166, 267
KHADEM (Fedj el) *219*
Khalif (Sidi), *feuille* 269
KHALIFA (Sidi) *22*, 261
KHAMOUDA (Aïn) 10, 179, *214*, 256, 269
KHIL (Dj. bou) 9, 12, 113, *155*, 256, 266
KHOL (Aïn) *208*
KHOLA (Aïn) *46*, 256, 265
KNANA 9, 12, 113, *144*
KOHOL (Ch.) *48*
KOHOL (Djt. el) 10, 12, 179, *196*, 265
KOHOL (O. el) *105*, 266
KORNINE ou KOURNINE (Dj. bou) 10, 179, *181*, 252, 263
KOUCHA 9, 12, 51, *85*, 250, 256, 257, 266, 267
Koumim (Dj. el) 79
Koumin (Dj.) 269
Kram (O. el) 69, 70
Krechad (Dj.) 35
Krechine (Dj.) 262
Krediri (Sidi) 167
Krelass (Sfaiet) 261
Krelif (B. bou) 79
Krib (Le) 121, 151, 155
KRIM (Sidi bou) 9, 51, *60*, 261
Krlil (Kt. ben) 265
Krochmane (Dj.) 263
Kroumet el Gaada 267
Kseïba (Aïn el) 268
Ksikiss (Dj.) 267
Ksour (O. el) 261

L

LAABA (Sidi bou) *217*, 269
Ladjbel (Dj.) 267
LAFFINA (Dj.) *102*, 264
LAFI (Dj. el) *80*, 265
LAHAM (Kef el), *feuille Beja* *94*, 263
LAHAM (Kef el), *feuille Hedil* *92*
Lahia (Dj. bou) 261
LAHMAR (O.) *148*
Lakrdar (Sidi) 265
Lanserine (Dj.) 119

LASFAR (Kef) 9, 12, 113, *141*, 264
Lazeregue (Kef) 190
LEJBAH (O.) *122*
Lif (Hm.) 181, 252, 258
Limam (Arg. el) 263
LORBEUS (Dj.) 9, 12, 113, *159*, 267
LORIDGA 10, 11, 223, *236*, 256, 269
Louizat (Kef el) 267

M

Maargaba 233
MABROUK (Sidi) 10, 179, *214*, 256, 268
MADEN (Oued) 9, 12, 15, 25, *28*, 248, 250, 256, 257, 264
Madene (O.) 39
MAHJBIA (Rag. el) *145*, 264, 265
Maïza (H.) 261
MAJEMBIA *129*, 266
Majjana 3
Makki (Dj.) 264
Maknassy, *feuille* 269
Maksbaya (O.) 264
Maktar 179, 268
Mammar (Sidi) 49, 264
Manoubi (M.) 265
MANGOUB *192*
Marouf (O.) 199
Mateur 53, 54, 262
Matleg (Dj.) 269
Matmata, *feuille* 269
Mbarek (Dj. Sidi) 263
Mecella (Dj. el) 264
MECHBOUR (Ch. el) *234*, 269
Medjez el Bab 141, 264
Mehachem (Dj. el) 261
Mehatri (Dj. el) 262
MELALISS (Dj.) *105*, 266
Meliz (Oued) 79
Mellegue (O.) 79, 105
MENGASS (Kef el) *94*, 263
Mennchar (Dj. el) 269
Mergueb 267
MERZOUG (Sidi) *107*, 266
Messaoud (Sidi) 266
Metameur 243
METRIF (Dj.) *48*, 265
Mezouar (Ksar), *station* 94
Mezzouna 10, 241, 269
MHAL (Kt. el) *165*
Mhraria (Dj.) 260
Miset (H. el) 79
Moghrane, *station* 189, 196
Mohammed ben Khalifa (Sidi) 267
Mohammedia (La) 263
MORNAG *182*
Mornag (Plaine du) 184
MORRA (Kt. el) *138*, 267
MORRA (O. el) *116*, 260
Mougras (Oued), *feuille* 265
Mourhra (Dj. el) 141
MOUSS (Dj. bou) 113, *141*, 264
Mrhila (Dj.) 10, 225, 230, 269
Mrira (Kt. el) 267
Mtak (O. et) 260
Mungar (Kef) 269

N

Naemia (Dj.) 269
Naga (Dj. en) 69
NAHAL (Dar) *121*
Nara (Dj.) 237
Nasseur (Sidi), *feuille Ouargha* 79
NASSEUR (Sidi), *feuille Tadjerouine* 166, *168*, 268
Nazerine (Dj. bou) 22, 261
Nebade (Kt. en) 267
NEBEUR 3, 9, 12, 51, *105*, 256, 266
NECHMA (Aïn) *208*
Nedjilet (Dj. en) 269
Nedjma (O. en) 265
NEFATE *121*, 264
Nefza 9, 15, 17, 21, 261
Nemra (Ch. en) 266
Nosoura (Kef en) 262
NOUBA (Aïn) 10, 12, 223, *233*, 256, 257, 269
Nouba (Ch.) 234, 235
Nsir (Sidi) 262
Nsir (Sidi), *station* 90
NSOUR (Kef en) 266
Nymphée 189

O

ORMA (Kef el) 190
Ouahchi (Dj. el) 262
Ouargha 79, 85, 265, 266
Oudeï el Ma (Aïn) 174
OUDIBA (Dj.) *133*, 267
Oudna, *feuille* 264
Oueldjet Zaraa 266
Ouenza (Dj.), *feuille* 267
OUIBA (Dj.) *155*, 266
Ouiba (Kef) 94
OULAHISS (Kt. el) 28, *29*
Ousseltia 199
OUSSIF (O. el) 190, *192*

P

Pavillier 269
Pont-du-Fahs, *station* 199
Porto-Farina, *feuille* 260

R

Rabah (Sidi) 267
RABTA (Dj. er) *106*, 266
RAGOUBA (O. er) *111*
Ramdane (O. Sidi) 262
Ras (Arg. er) 267
Ras Rajel 21
Rebia (Dj.) 263
Renda (Kef er) 261
Ressas (Aïn) 261
Ressas (Aïn er) 136
RESSAS (Arg.) 17, *18*
RESSAS (Dj.) 2, 4, 10, 12, 179, *184*, 247, 256, 257, 264
RESSAS (Dj. er) *86*
RESSAS (Kef) *22*, 261
RESSAS-TOUIREUF (Dj. er) 2, 9, 12, *79*, 247, 248, 250, 256, 257, 258
Rgueb (Bled er) 269
Rhanem (Bou) 174
Rhanem (Dj. bou) 269
RHAR (Dj. el) *118*
Rharbi (Aïn el) 262
Rharsa (Kef) 268
RHEZLANE (Dj.) *106*, 266
RHEZLANE (Dj. er) *35*, 260
Rhound el Oued (Dj.) 18
Rmel (O. er) 267
ROC (Kef) *41*
Rohia, *feuille* 268
Rorouf (Dj. er) 181, 182
Rouaguib (Kt. er) 264
ROUMI (Aïn er) 2, *42*, 262
ROUR (Aïn) *36*
Rsaïssia (O. er) 63, 66

S

Saad (Sidi), *station* 236
SAADINE (Dj.) *110*
SABBAH (Dj.) 9, *38*
Sabi (Kef Sidi) 267
Sadok (Aïn) 260
SAFRA (Kt.) 9, 12, 113, *147*, 250, 256, 264
SAFSAF 11, *53*, 256, 260
SAID (Aïn) *122*
Saïd (O. Sidi bou) 79
Saïdane (Dj. bent) 266
SAKIET SIDI YOUSSEF 2, 9, 12, 51, *85*, 247, 249, 250, 252, 256, 257, 258, 266
SAKKA (O. es) *61*
Salah (Sidi) 261
Salines (Les) 159, 267
Salsala 167
Sarrath (O.) 167
Sayen (Dj.) 267
Sbeïtla, *feuille* 269
Sbiba, *feuille* 268

Sboa (Kef bou) 128
Sebaa (Aïn) 261
SEBA AOUINET *101*, 264
Sebba (O.) 237
Seboua (Dj. bou) 9, 264
Sedjenane (Oued), *feuille* 260
SEHRA (Dj. es) *61*
Seïd (Rag. es) 17
SEKARNA (Dj.) 10, 12, 179, *202*, 256, 257, 268
Selloum (Dj.) 233
SEMCH (Dj. es) *36*
SEMENE (Dj.) 9, 12, 51, *90*, 256, 257, 258, 262
Semmama (Dj.), *feuille* 269
SEMMANE (H. es) *92*
Senam (Kalaat es) 174, 175, 268
Sene ed Djemel (Dj.) 263
SERDJ (Dj.) 3, 10, 12, 179, *199*, 268
Sersouf (Aïn) 19
Sersouf (Aïn es) 261
SETTARA (Aïn) *212*
Sfa bou Bekr (Dj.) 264
Sfaïa (Dj.) 260
Sfaiet (Dj.) 262
Sguiffa (O.) 202
Sid (Aïn es) 266
SID (Kef es) 40, *42*, 262
Sidii (Kt.) 9, 11, 113, *163*, 267
SILIANA (O.) *144*, 264
Siouf (Dj.) 266
Siouf (Dj. es) 261
Siouf (H. es) 174
Slalia (Dj.) 260
SLATA (Dj.) 4, 9, 12, 113, *165*, 250, 267, 268
Smaïl (Sidi), *station* 100
Smara (Dj.) 269
SODA (Kt.) *147*, 265
Sola (Dj. es) 264
Soltane (Aïn) 202
Souani (O. es) 127
SOUF (H. Bir es) *116*, 260
Souïnia (Dj.) 269
Souk el Arba, *feuille* 264
Souk el Khemis 72, 263
SOUMEUR (Dj.) *36*
STAA (Dj.) 190, *192*
Stafftafa (Dj.) 260

T

Tabarka, *feuille* 260
TABOUNA (Dj.) 9, 12, 51, 63, *66*, 261
Tadjerouine 165, 267, 268
Tahouna (Aïn) 69
TAIA (Sidi et) 12, *189*, 256, 257, 265
Taj ez Zit (Dj.) 263
Takrona (Dj.) 265
TAMERA *17*
TARABIA (Dj. et) *110*, 267
Tarf 261
Tarf (Dj.) 260
Tarfaya (Bou) 262
Tbaga (Et) 136
TEBAGA (Dj.) 10, 11, 241, *243*, 256, 269
Tebaga (O.) 243
Tebourba, *feuille* 263
Teboursouk 7, 264, 265
Tella (D. et) 260
TELLET MESSAOUD (Kt.) *106*, 266
Tessa (O.) 159
TFIFILA (Aïn et) *145*, 265
Tfifila (Foum et) 264
Thibar 100
TINE (Rhar et) *97*, 263
Tiouacha (Dj.) 269
TIOUR EL LIL (Dj.) *90*, 262
Tir (Kef et) 167
Tlili (Ksar), *feuille* 268
Tmim (Kt. oum el) 26, 263
Toba Sidi Zit 261
Torba (O. Rhar et) 267
Touabine (Aïn) 265
TOUIL (Dj. bou), *feuille Hedil* *90*
TOUIL (Dj. bou), *feuille Souk el Arba* *100*, 264
TOUIL (O. et) *61*
TOUILA (Dj.) *123*, 264
TOUILA (Kef) 10, 12, 223, *236*, 257, 268
Touila (Kt.) 261
TOUIREUF (Dj.) 9, 51, *79*, 265
Toujane 243
Toum (Bordj), *station* 118
TOUT (Khanguet Kef), 2, 3, 4, 9, 33, *38*, 248, 252, 256, 257, 258, 262
Trab (Aïn) 217, 221
Trajan (Pont de) 97
Trarib (Aïn) 262
TROZZA (Dj.) 10, 12, 223, *225*, 256, 257, 268
Tunis 181, 184, 263

Y

Younes (Aïn) 264

Z

Zafrane, *station* 105, 127, 133
ZAG ET TIR (Kt.) 9, 11, 51, *110*, 267
ZAGHOUAN (Dj.) 10, 12, 179, *189*, 257, 265
Zaouia 237
Zaouiet Madien 39, 262
Zarga (Oued) 251, 263
Zarzoura (O.) 266
ZEBBEUS (Dj.) *217*, 269
Zebbeus (Hm.) 221, 252, 258
Zeflana (Dj.) 263
Zelfane (Bled) 214
ZEMOUMET AISSA (Dj.) *217*
Zerelli (Douar) 263
Zerga (Kt.), *feuille Le Kef* 267
Zerga (Kt.), *feuille Tadjerouine* 167
Zergah (Kef ez) 262
Zeroud (O.) 236
Zerouk (Dar) 86
Zid (Sidi) 265
ZITOUN (Kh. ez) 211
Zitouna (Aïn es) 261
ZORHBA (Dj. ez) *116*, 260
ZOUATNINE (Kala ez) *234*
Zoubia (Ez) 86
Zouitine (Ch. oum es) 265
Zouza (Dj. ez) 39
Zouza (O. ez) 39, 40
ZRIBA (Hm.) *195*, 252, 258, 265

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

INTRODUCTION

Situation géographique des principaux gisements 1
Historique 1
Caractères généraux et situation géologique des gîtes plombo-zincifères 7
Cadre tectonique 8
Répartition stratigraphique 11

MONOGRAPHIES REGIONALES

Chapitre I[er] — Zone du Flysch 15

Sidi Driss 17
Aïn Allega 21
Djebel Diss 25
Oued Maden 28

Chapitre II. — Bordure de la zone du Flysch 33

Bechater 35
Amdouns 38
Fedj Assene 46

Chapitre III. — Zone septentuionale de l'Atlas tunisien 51

Djebel el Grefa 53
Graria-Sidi bou Krim 60
Bazina 63
Tabouna 66
Djebel Chara 69
Djebel Hallouf-Sidi bou Aouane 72
Touireuf-Balloute 79
Sakiet-Koucha 85
Djebel Semene 90
Aïn Grich 94
El Haouaria 97
Djebba 100
Nebeur 105
Zag et Tir 110

CHAPITRE IV. — ATLAS TUNISIEN — SOUS-ZONE DES DOMES 113

El Alia 115
Djedaria-Djebel el Ahmera 118
Fedj el Adoum 121
Djebel Kebbouch 127
Dogra 133
Garn Alfaya 136
Djebel bou Mouss-Kef Lasfar 141
Knana 144
Koudiat Saïra 147
Djebel el Akhouat 151
Djebel bou Khil 155
Bou Grine-Lorbeus 159
Koudiat Sidii 163
Djebel Slata 165
Djebel bou Jaber 174

CHAPITRE V. — ATLAS TUNISIEN — ANTICLINORIUM ZAGHOUAN-KESSERA 179

Djebel bou Kornine 181
Djebel Ressas 184
Massif du Zaghouan 189
Djebilet el Kohol 196
Djebel Serdj 199
Djebel Sekarna 202
Djebel Azered 206
Djebel el Hamra 211
Sidi Mabrouk-Aïn Khamouda 214
Kef Chambi 217

CHAPITRE VI. — ATLAS TUNISIEN — PLIS DE LA TUNISIE CENTRE-ORIENTALE ... 223

Djebel Trozza 225
Djebel el Abeïd 230
Aïn Nouba 233
Loridga-Touila 236

CHAPITRE VII. — PLATE-FORME SAHARIENNE 241

Djebel Tebaga 243

CONCLUSIONS

Types de gisements 247
Oxydation des gîtes 248
Répartition tectonique de la minéralisation 248
Nature des minerais 248
Origine des venues 250
Age des venues 252
Conclusions générales : les conditions de gisement en Tunisie 253

ANNEXES

I. — Tableau d'analyses de minerais..... 256
II. — Tableau de production des principales mines..... 257
III. — Tableau d'analyses d'eaux 528
IV. — Tableau d'ensemble des gîtes et indices plombo-zincifères en Tunisie 259

BIBLIOGRAPHIE 271
INDEX ALPHABÉTIQUE DES NOMS DE LIEUX ET TABLES..... 273

TABLE DES PLANCHES (ATLAS)

I. — Carte de la Tunisie Septentrionale : les gîtes et indices plombo-zincifères dans le cadre géologique général.
II. — Diagrammes de production.
III. — Tableau de répartition stratigraphique des gîtes plombo-zincifères nord-africains.
IV à VII. — Photos et microphotos de minerais.

CARTES GEOLOGIQUES REGIONALES

1. — Sidi Driss
2. — Aïn Allega
3. — Djebel Diss
4. — Oued Maden
5. — Bechater
6. — Amdouns (carte d'ensemble)
7. — Amdouns (coupes)
8. — Sidi Ahmed
9. — Khanguet Kef Tout
10. — Djebel ben Amara
11. — Fedj Assene
12. — Djebel el Grefa
13. — Graria-Sidi bou Krim
14. — Bazina-Tabouna
15. — Djebel Chara
16. — Hallouf-Sidi bou Aouane
17. — Touireuf
18. — Sakiet-Koucha
19. — Djebel Semene
20. — Aïn Grich
21. — El Haouaria
22. — Djebba
23. — Nebeur
24. — Zag et Tir
25. — El Alia
26. — Djedaria-Djebel el Ahmera
27. — Fedj el Adoum
28. — Djebel Kebbouch
29. — Dogra
30. — Garn Alfaya
31. — Bou Mouss-Kef Lasfar
32. — Knana
33. — Koudiat Safra
34. — Djebel el Akhouat
35. — Djebel bou Khil
36. — Bou Grine-Lorbeus
37. — Koudiat Sidii
38. — Slata (carte d'ensemble)
39. — Slata (coupes)
40. — Charren
41 — Sidi Amor ben Salem
42. — Sidi Amor (stéréogramme)
43. — Koudiat el Mhal
44. — Djebel bou Jaber
45. — Djebel bou Kornine
46. — Djebel Ressas
47. — Massif du Zaghouan
48. — Djebilet el Kohol
49. — Djebel Serdj
50. — Djebel Sekarna
51. — Djebel Azered
52. — Djebel el Hamra
53. — Sidi Mabrouk
54. — Aïn Khamouda
55. — Kef Chambi
56. — Djebel Trozza
57. — Djebel el Abeïd
58. — Aïn Nouba
59. — Loridga-Touila
60. — Djebel Tebaga

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

LES REPTILES DE L'AFRIQUE DU NORD

Vu et approuvé :

Clermont, le 20 *Février* 1952

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

Signé : E. DUBOIS

VU

et Permis d'imprimer :

Clermont, le 27 *Février* 1952

Le Recteur de l'Académie
de Clermont,

Signé : M. BAYEN